OUNTWAY LIBRARY
C 4QKA 3

28.5.56.

BOSTON
MEDICAL LIBRARY
8 THE FENWAY

663

DER MECHANISMUS

DER ACCOMMODATION

DES

MENSCHLICHEN AUGES

NACH

BEOBACHTUNGEN IM LEBEN

DARGESTELLT

VON

Dr. E. A. COCCIUS,

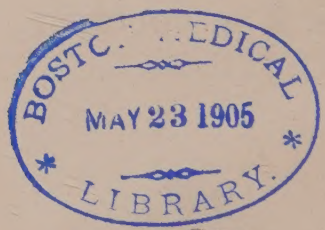
ORD. PROF. DER MED. AN DER UNIVERSITÄT U. DIRECTOR DER AUGENHEILANSTALT ZU LEIPZIG,
MITGLIED MEHRERER GELEHRTEN GESELLSCHAFTEN.

MIT EINER LITHOGRAPHIERTEN TAFEL.

LEIPZIG,
DRUCK UND VERLAG VON B. G. TEUBNER.
1868.

4754

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen behält sich der Verfasser vor.



28. F. 56.

DEN MANEN

C. G. TH. RUETE'S.

Inhalt.

Physiologischer Theil.

Seite

Einleitung 1
Bewegungserscheinungen am Mechanismus der Accommodation . 8
Beurtheilung derselben 18
Ueber die Wirkung des Ciliarmuskels 27
Negative und active Accommodation 50

Pathologischer Theil.

Bewegungsverhältnisse des Accommodationsmechanismus im presbyopischen und myopischen Auge 63
Krankhafte Veränderung der Zonula 90
Veränderung des Accommodationsmechanismus im Glaucom . . . 91
Einwirkung des Atropins auf denselben 100
Veränderung desselben durch das Calabar 113
Focale Beleuchtung des Zonularaumes, sowie der hinteren Kammer überhaupt 126
Untersuchungsmethode der Linsenbewegung bei der Accommodation für sich 135
Physiologische Experimente über den Accommodationsmechanismus am Auge des Hundes von Voelkers und Hensen. 146
Vergleichung dieser Resultate mit denen der Beobachtung am Menschenauge 150

Erklärung der Abbildungen.

Fig. I. stellt die Ciliarfortsätze während der Accommodation für die Nähe (N A), sowie für die Ferne (F A) unter einer 16maligen Vergrösserung dar. Der Linsenrand ist im ersten Falle weiter nach dem Centrum zugerückt, der Zonularaum breiter und die Ciliarfortsätze vorgetreten und etwas angeschwollen.

Fig. II. stellt die Zonula unter der focalen Beleuchtuug während der Accommodation für die Nähe (N A) und bei entspannter Accommodation (F A) dar. Beide Zeichnungen sind einem jungen iridektomirten Manne von 22 Jahren, mit Schichtstaar behaftet, übrigens aber normalsichtig, entnommen.

Fig. III. Etwas vergrösserter Querschnitt des menschlichen Auges mit Angabe der Richtung der Bewegung der Ciliarfortsatzenden während der Accommodation des Auges von der Ferne zur Nähe. (Die hintere Augenkammer ist im Verhältniss zur Grösse des ganzen Auges etwas tiefer dargestellt worden, weil es ohne dieses schwierig gewesen wäre, jene Richtung durch eine Zeichnung deutlich zu machen. Die hintere Kammer ist bei verschiedenen Menchenaugen überdiess verschieden gross; in jeder hinteren Kammer stehen aber, selbst bei zartest ausgeführter Iridektomie, die Köpfe der Ciliarfortsätze völlig frei im Wasser und liegen nicht mit ihrer der Zonula zugewandten Seite auf der Zonula auf, wie diess viele Abbildungen darstellen. Die Tiefe der hintern Augenkammer oder deren Grösse ist überhaupt im Leben vermöge der Füllung bedeutender als im Tode.

Fig. IV. Linienoptometer zum Vergleich der subjectiven Wahrnehmung von horizontalen und verticalen Linien mit der objectiven Beobachtung von Zerstreuungskreisen und scharfen Netzhautbildern von Stäbchen, welche durch einen Planspiegel bei Astigmatismus auf der Netzhaut entworfen werden. (Die Zahlen dienen zur Bestimmung des Winkelgrades im subjectiven Versuch; bei der objectiven Untersuchung fällt das scharfe Bild oder der Zerstreuungskreis eines auf der Netzhaut entworfenen Stäbchens vor der Lichtflamme in denselben Winkelgrad des Linienoptometers, vorausgesetzt, dass die Kopf- und Augenstellung unter beiden Messungen dieselbe bleibt.)

BOSTON MEDICAL
MAY 23 1905
LIBRARY.

Physiologischer Theil.

In dieser Abhandlung verfolge ich den Zweck, die seit Alters ebenso häufig bezweifelte, als durch neue Thatsachen immer wieder bewiesene Accommodation des menschlichen Auges nach rein objectiven Verhältnissen zu beschreiben, d. h. Alles, was von Geweben im menschlichen Auge während des Accommodationsactes direct oder indirect in Bewegung gesehen werden kann, darzulegen, diese Bewegungserscheinungen kritisch zu beleuchten, auf eine Muskelwirkung zurückzuführen und letztere selbst nach ihrem nur allein gültigen Modus zu bezeichnen. Alles Subjective von Accommodationsversuchen wird hierbei ausgeschlossen. Die Lehre von der Accommodation mit Einschluss der Refractionskrankheiten hat ohnehin in den letzten zwei Decennien eine solche Höhe der Ausbildung erreicht, dass man diese Zeit in genannter Hinsicht, ohne der Vergangenheit zu nahe treten oder der Zukunft vorausgreifen zu wollen, eine wahrhaft epochebildende nennen kann; hierfür geben schon die monumentalen Werke der Forschung auf diesem Gebiete hinlänglich Zeugniss. Allein trotzdem, dass wir durch die Veränderung der Spiegelbilder der Linse beim Nahe- und Fernsehen seit M. Langenbeck, Cramer und Helmholtz die Accommodation nicht bloss als eine sichergestellte Thatsache, sondern auch deren Sitz als in der Linse befindlich objectiv gelehrt erhalten haben; trotzdem, dass wir die Accommodationsfähigkeit des normalen Auges in der Jugend wie im höchsten Alter, die Hypermetropie in ihrer Eigenthümlichkeit gegenüber dem presbyopischen Auge, die Myopie von ihrer Entwickelung an bis zu den höchsten Graden

mit deren oft nachtheiligen Folgen und Begleitungserscheinungen durch die vorzüglichen Untersuchungen von Arlt, Donders, v. Gräfe, v. Jäger, Stellwag, Ruete u. A. kennen gelernt haben; trotzdem, dass wir selbst die Breite des Spielraumes der accommodativen Linsenbewegung in jedem gegebenen Falle nach Donders auf bestimmte Zahlenverhältnisse zurückführen und sehr nützlich für die Brillenwahl, gegenüber der Kraftleistung jedes Auges, verwerthen können; trotzdem fehlt uns die objective Einsicht in die Kraftursache selbst, welche die Accommodation eigentlich bedingt und unter verschiedenen Abnormitäten beherrscht; es fehlt uns mithin eine positive physiologische Grundlage für die Accommodationsbewegung, auf welcher die pathologische Anatomie allein nur ihren Einfluss in späterer Zeit geltend machen kann. Nun müssen wir zwar anerkennen, dass namhafte Forscher bereits auf diesem Gebiete die schärfsten Umblicke über den möglichen Mechanismus der Accommodation gethan und Erklärungen über die Wirkung eines sogenannten Tensor chorioideae oder Musc. Brückianus gegeben haben, die zur Zeit noch fast allgemein gültig sind; diess können wir insbesondere von der Erklärung Helmholtz's sagen, welcher den Tensor chorioideae die Zonula nach vorn heben, dieselbe hierdurch erschlaffen und die Linse (welche man in der Leiche dicker als beim Fernsehen im Leben gefunden hat) vermöge ihrer Elasticität eine stärkere Krümmung annehmen, bei Nachlass jener Muskelwirkung während dem Fernsehen aber wieder flacher werden lässt, indem die Zonula die Linse in der Ruhe stets unter einer gewissen Spannung erhält. Allein nicht alle Forscher, die sich an der Ergründung dieses Mechanismus betheiligt haben, theilen auch die ebengenannte Erklärung, sondern wenden sich, gestützt auf anatomisch-physikalische Betrachtungen, einer andern Erklärungsweise zu. Insbesondere hat H. Müller die Wirkung des Tensor chorioideae vermöge der von ihm entdeckten Kreisfasern, welche sich nach ihm vorzüglich vorn und innen von den Längsfasern befinden, auf eine andere Art erklärt, indem er die Kreisfasern vorzugsweise einen seitlichen

Druck auf die Linse ausüben und diese dadurch dicker machen, die Längsfasern aber vorzüglich den Glaskörper stützen liess, damit die Linse beim seitlichen Druck keine zu starke Wölbung an ihrer hintern Fläche erfahre. Allein auch diese Theorie hat ihre Bedenken, sagt Donders in seinem Werke über die Anomalien der Refraction und Accommodation (Wien, Braumüller. S. 24), und derselbe hält es für das Beste, sich jeder Hypothese zu enthalten, da der Mechanismus, durch welchen die Zusammenziehung dieses kleinen Muskels die Form der Linse verändert, bis jetzt noch nicht in hinreichend überzeugender Weise aufgehellt, sondern nur die begleitenden Veränderungen des Auges hierbei, wie das Vorrücken der Pupillenebene und das Zurückweichen der Peripherie der Iris beim Nahesehen, das Phosphen am Ende des Accommodationsvorganges nach Czermak u. s. w. mit Sorgfalt studirt worden seien. Jedoch ist er per exclusionem ebenfalls dahin gelangt, dem Ciliarmuskel allein die wichtige Eigenschaft eines Accommodationsmuskels beizulegen. Hier sind wir also wieder an dem Punkte angelangt, den schon v. Gräfe (Rede zur Feier des Friedrich-Wilhelmsinstituts 1865. S. 18) als eine recht fühlbare Lücke unserer Kenntniss bezeichnet, indem wir zwar den sogen. Tensor chorioideae als den Accommodationsmuskel aussprechen müssen, jedoch den Mechanismus, der sich in demselben während der accommodativen Anstrengung entfaltet, nicht kennen. Was bleibt uns daher zur Lösung unserer gestellten Aufgabe übrig? Sehen können wir den Muskel unter keinem Verhältniss direct, und selbst dann nicht, wenn wir uns mit Prismen soweit als möglich an die Iris begäben, um bei etwas erweiterter Pupille nach dem Ciliarraume zu sehen. Wir müssen uns daher dem Muskel auf eine andere Weise, soviel wir können, nähern, um aus den Geweben, die er in Bewegung setzt, seine Wirkung zu erschliessen.

Dieser Weg ist nun schon einmal mit gutem, wenn auch nicht durchgängigem Erfolg betreten, jedoch, wie es mir scheint, bisher nicht so, wie er es verdiente, beachtet worden. Will man nämlich in der Kenntniss des Accommodations-

mechanismus im Menschen wirklich Fortschritte, um nicht zu sagen, einen Anfang machen, so muss man sich, wie Becker zuerst gethan (Wiener Jahrbücher, 1863 u. 64), an die vom Tensor chorioideae zunächst beherrschten Theile halten, und diess sind die Ciliarfortsätze, die Zonula Zinnii und der Linsenrand.

Becker untersuchte nämlich 5 Albinos, deren Iris so pigmentarm war, dass sie einen Einblick in das Innere des Auges gestatteten, auf „die Lage und Function der Ciliarfortsätze im lebenden Menschenauge“ (a. a. O. S. 159 u. f.). Er gelangte hierbei mittels Augenspiegels im aufrechten und umgekehrten Bilde über das Verhalten der Ciliarfortsätze während der Accommodationsveränderungen der Linse zu folgenden sicheren Resultaten*): 1. dass die Ciliarfortsätze ein mit der Weite der Pupille wechselndes Volumen haben, indem sie gegen die Sehaxe vorrücken, wenn die Pupille sich beim Sehen in die Ferne oder auf Atropin erweitert, sich aber gegen den Ciliarkörper zurückziehen, wenn die Pupille sich bei Accommodationsanspannung oder auf Calabarextract verengert. Die Ursache dieser Volumsveränderungen der Ciliarfortsätze erklärt sich zum Theil aus der Circulationshemmung, welche entstehen muss, sobald und so oft die Blutbahn in der Iris bei Contraction des Radiärmuskels sich verengert, zum Theil daraus, dass zu Folge der anatomischen Anordnung des Ciliarmuskels bei einer Contraction desselben die Arterien der Ciliarfortsätze und der Iris comprimirt werden, während die Venen dieser Theile so liegen, dass sie von Contractionen des Ciliarmuskels nicht beeinflusst werden. (Leber, anatom. Unters. über die Blutgefässe des

*) Statt eines ausführlichen Excerptes aus den Jahrbüchern führe ich Becker's Resultate wörtlich nach seiner Anmerkung in Donders' deutscher Uebersetzung (Anomalien der Accomm. und Refr., S. 25) hier an, weil, wie ich später berühren werde, Becker in Bezug auf die Formveränderung der Linse sich etwas schüchterner ausspricht, als in den Jahrbüchern. Jedoch werde ich in Folgendem trotzdem alles Weitere von Becker gründlich berücksichtigen.

menschl. Auges. Wien in Comm. bei Gerold, 1865). Stehen somit die Ciliarfortsätze nur in einem mittelbaren Zusammenhange mit den accommodativen Veränderungen der Linse, und sind sie vielmehr nur als ein regulatorischer Apparat für die Blutfülle der Iris aufzufassen, so erklärt sich die Thatsache, dass von Gräfe in seinem Falle von Aniridesis keine Ortsveränderung der Ciliarfortsätze beobachtete, daraus, dass bei fehlender Iris das Spiel der Ciliarfortsätze aufhören muss. — 2. Dass die Ciliarfortsätze niemals die Linse berühren und daher ein directer Druck von Seite der Ciliarfortsätze auf die Linse niemals stattfinden kann. — 3. Auch die Formveränderung der Linse glaubt der Herausgeber von Donders' Werk beobachtet zu haben, indem er fand, dass bei Accommodation für die Nähe und bei Einlegen von Calabarpapier der schwarze Linsenrand breiter, bei Entspannung des Auges und Einträufeln von Atropinlösung schmäler wurde, was sich nur durch eine Abstumpfung und Zuschärfung des Linsenrandes erklären lässt. Die directe Beobachtung, dass der äquatoriale Durchmesser der Linse bei Accommodation für die Nähe kleiner werde, wird nach ihm dadurch erschwert, dass gleichzeitig die Ciliarfortsätze mehr nach der Peripherie zu rücken.

Diese Beobachtungen sind, soweit meine Literaturkenntniss reicht, vor Becker noch von Niemand gemacht worden; leider kann ich aber einen Theil seiner Beobachtungen nicht bestätigen; denn erstens war ich nicht in der Lage, solche pellucide Albinos, wie sie Becker gehabt haben muss, hier, höher nach Norden zu gelegen, zu erhalten; sondern ich musste mich mit Albinos zweiten Grades begnügen, an welchen ich die Beobachtungen, wie sie Becker beschreibt, gar nicht mit Sicherheit ausführen konnte. Diess ist auch wahrscheinlich der Grund, warum dieselben bis jetzt auch an anderen Orten nicht wiederholt worden sind. Zweitens aber bezieht sich das, was ich von Becker's Beobachtungen nicht bestätigen konnte, gerade auf ganz wesentliche Verhältnisse in der Bewegung der Ciliarfortsätze. Im Uebrigen aber erhalten seine Angaben

durch meine Beobachtungen theils Bestätigung, theils neue Zusätze, die ihren Ursprung in Folgendem hatten. Angeregt durch die Beobachtung des Anfanges von sogen. Druckatrophie der Aderhaut bei jungen Myopen, die ich schon jahrelang mit dem Augenspiegel beobachtet und früher noch als normalsichtige kennen gelernt hatte, kam ich im Winter 1864 auf den Gedanken, mit Hülfe eines kleinen Mikroskopes und feststehenden Apparates für die Kopfhaltung der zu untersuchenden Person nach Erscheinungen von Glaskörperdruck während dem Accommodationsacte, und zwar beim starken Nahesehen zu suchen. Es wurden hier einige Resultate gewonnen, die ich im Weitern besprechen werde; in summa aber waren sie trotz grossem Zeitaufwand nicht von der Art, zu weitern Untersuchungen über die Wirkung des Spannmuskels auf die nach hinten von ihm gelegenen Theile aufzumuntern; ich gelangte hierbei aber zu der Ueberzeugung, dass, wenn je etwas Näheres über den Mechanismus der Accommodation bekannt werden sollte, diess nur nach theilweiser Entfernung der Iris möglich sei. In dieser Ansicht wurde ich durch den Inhalt eines älteren Protokolls von einem jungen Amaurotiker bestärkt, welcher an Sehnervenatrophie litt. Dieser Kranke wurde vom Jahre 1857 an öfter in Augenspiegelcursen untersucht, nachdem an ihm auch die Iridektomie aus gewissen Gründen ausgeführt worden war. Bei diesem wurden ausser den Sehnerven vorzüglich auch die sichtbaren (5—7 an Zahl befindlichen) Ciliarfortsätze untersucht und vorher gewöhnlich Atropin eingetröpfelt. Nach jedesmaliger Anwendung von Atropin und darauf folgender Untersuchung fand sich in jenem Protokoll verzeichnet vor: Zonularaum schmäler, Ciliarfortsätze weniger sichtbar. Diess führte mich auf den Gedanken, alle mittels Iridektomie operirten Kranken auf den Zonularaum und die Ciliarfortsätze zu untersuchen, Atropin aber dabei vorläufig wegzulassen. Hierbei ergab sich, dass bei manchen Personen (meist Schichtstaar- und Glaucomkranke) ein, wenn auch kleiner zurückgebliebener Saum von der Iris die Ciliarfortsätze verdeckte, sodass diese nicht genau genug beobachtet werden

konnten; bei einigen, bei denen der Ausschnitt ganz scharf, ohne Rest von Iris zu sehen war, erschienen die Ciliarfortsätze wenig vorragend, der Zonularaum äusserst schmal, die Linse breit. Endlich fanden sich aber auch Kranke, bei denen nicht nur die Iris an einem Sector vollständig entfernt, sondern auch die Ciliarfortsätze mit ihren Köpfchen deutlich, frei und regelmässig stehend gefunden, sowie auch ein etwas breiterer Zonularaum sichtbar war. Dieser Raum war zwar im Verhältniss zu andern Augen nicht erheblich breiter, aber die Linse im äquatorialen Durchmesser nicht so gross und der Abstand ihres Randes von den Ciliarfortsätzen grösser, als bei jenen. Diese verschiedenen Verhältnisse zeigten sich aber schliesslich nicht lediglich durch den Querdurchmesser der Linse bedingt, sondern lagen im Allgemeinen in der relativ verschiedenen (angeborenen) Anordnung der Theile unter sich, wie man diess z. B. mit der Tiefe der vordern Augenkammer und dem Vorstehen des Skleralfalzes bei normalsichtigen und kurzsichtigen, selbst bei weitsichtigen Augen in verschiedenem Grade auch beobachtet, besonders wenn man sie unter Wasser untersucht. Genug, nach dem, was ich gesehen, sind Augen mit weiten vorragenden Ciliarköpfchen und grösserem Zonularaume die geeignetsten für die folgenden zu beschreibenden Accommodationsexperimente.

Ehe ich zu denselben übergehe, muss ich vorerst erwähnen, dass sich die gewöhnliche Untersuchung mit einem monocularen Spiegel und einer Convexlinse als Loupe dahinter nicht als genügend für die Schwierigkeiten unserer gestellten Aufgabe erwies; einestheils weil die genannte Methode den Beobachter bei anhaltender Untersuchung wegen der zu grossen Nähe am Kranken sehr anstrengte; ferner, weil der Beobachter hierbei in der Regel die Fixationsobjecte durch seinen Kopf verdeckte, sodass der Kranke plötzlich eine andere Augenstellung oder gar einen andern Accommodationszustand während dem Beobachten annahm, und endlich, weil veränderte Abstandsunterschiede bei so kleinen Theilen während dem Nah- und Fernsehen des Kranken nicht so genau gemessen

werden konnten, dass man auf Beobachtungsresultate hätte Anspruch machen können, die man exact zu nennen pflegt. Es wurden daher drei andere Methoden der Untersuchung in Anwendung gebracht.

Die I. und beste derselben ist die mit einem kleinen Mikroskop und zwar bei einer 16maligeu Vergrösserung, welche für diese Verhältnisse vollkommen ausreicht. Vorn an der Objectivlinse hatte ich einen Concavspiegel von 6″ Brennweite, 1½″ Par. Durchmesser und mit einer Oeffnung von 2½‴ Par. in der Mitte angebracht. Der Spiegel ist von der Objectivlinse ¾″ entfernt, hat eine horizontale und verticale Bewegung (die Mikroskopröhre mit dem Spiegel ausserdem um ihre Axe drehbar) und ist so fest durch einen Ring mit Schraubenschluss um die Objectivlinse befestigt, dass eine veränderliche Bewegung des ganzen Mikroskopes beim Drehen und Wenden des Spiegels allein nicht Statt finden kann. Die Mikroskopröhre liegt zu diesem Behufe ebenfalls in einem festen Rohre mit Schraube auf einem Stativ, und letzteres ist, sowie auch die Kopflehne für den Kranken, auf einem festen Tische durch Anschrauben so befestigt, dass der Kopf des Kranken und das Mikroskop immer in ein und derselben bestimmten Entfernung von einander bleibt, wenn sich das Stativ ja um ein Weniges biegt. Man stellt nun hierbei zunächst eine sogen. Schiebelampe seitlich auf, alsdann den Focus des Mikroskopes nach der iridektomirten Stelle ein und wirft das Licht mit dem Hohlspiegel nach dem Zonula- und Ciliarraume dicht an der Sklerotika hinein, sodass man den Zonularaum erleuchtet sieht. Schwenkt man den Spiegel während der Beobachtung etwas nach dem Linsencentrum und von diesem wieder nach der Sklera zu, so sieht man bei der Beleuchtung des Zonularaumes den ganzen Linsenrand und ein Stück Linse mit, sodass man die Beobachtung an allen drei Theilen (bei nicht zu starker Vergrösserung) fast immer gleichzeitig machen kann. Am besten eignen sich nun hierzu Schichtstaarkranke jugendlichen Alters mit scharfeckig ausgeschnittener Iris (und diaphaner Zone der Trübung). Man kann zwar

dieselben Beobachtungen machen, wenn der Ausschnitt an der Peripherie der Iris etwas rundlich ausgefallen ist; allein für die wichtige Frage über den Stand der Ciliarfortsätze zu ihrer Entfernung von der Sklera wie von der Iris ist jener Ausschnitt bei Weitem vorzuziehen, weil man bei seitlicher Beleuchtung etwas hinter die angrenzende Iris sehen und so bestimmen kann, dass die Lage der Ciliarfortsätze an einem regelrecht iridektomirten Auge keine pathologische, sondern eine normale ist. Hat man nun Lichtflamme, Spiegel und Mikroskop zum Auge des Kranken gehörig centrirt, so kann man die Accommodationseinstellung des letztern für die Nähe und Ferne auf zwei verschiedene Weisen verfolgen: entweder nämlich, man lässt den Kranken mit dem gesunden, nicht vom Mikroskop bedeckten Auge zwei Bogen der Bewegung von rechts nach links und umgekehrt beschreiben, sowohl wenn er in die Ferne, als auch wenn er in die Nähe sieht, für welch' letztern Fall man am bequemsten seinen Zeigefinger der linken Hand (bei Untersuchung des linken Auges vom Kranken und umgekehrt) braucht. Oder man stellt in dem Ocular des Mikroskopes ein Fadenkreuz auf und weiset dem Kranken vor der Untersuchung ein bestimmtes fernes und nahes Object an, welches er auf Geheiss fixirt, sodass ein bestimmter Abschnitt des Auges an der iridektomirten Stelle genau an ein und dieselbe Stelle des Fadenkreuzes während der wechselnden Accommodation fällt. Bei letzter Methode habe ich der Bequemlichkeit halber zur Fixation in der Nähe ebenfalls den Zeigefinger benutzt, auf diesen zuweilen auch kleine Druckschriftproben aufgeklebt und die Accommodationsversuche gewöhnlich in der Breite von 6 Zoll bis 12 Fuss, ausserdem auch in grösster Ferne anstellen lassen. Das iridektomirte Auge macht immer sämmtliche Accommodationseinstellungen des fixirenden Auges mit; weicht das beobachtete Auge ja einmal nach innen oder nach aussen zu von der Axe des andern im Schneidungspunkte des Objectes ab, so wird diess durch die Controle des Fadenkreuzes sofort entdeckt, sodass man hier weder Täuschungen noch vergeblichen Bemühungen

unterworfen ist. Allerdings ist es für den Beobachter sehr angenehm, wenn der Kranke einige Intelligenz besitzt, sodass er alle Bewegungen genau ausführt und bei Schnelligkeitsversuchen für den plötzlichen Uebergang der Accommodation aus der Nähe in die Ferne und umgekehrt durch Uebung bald die nöthige Gewandtheit erlangt.

Lässt man nun die iridektomirte Person von der Ferne in die Nähe accommodiren und überschaut die betreffenden Theile gut beleuchtet mit dem Mikroskop, so sieht man, dass die Ciliarfortsätze, die man vorher nur an ihren Spitzen theilweise beobachten konnte, sämmtlich nach vorn zu treten und hierbei etwas anschwellen. Sieht die Person allmählich in die Ferne, so gehen die Fortsätze wieder zurück und werden zugleich wieder etwas kleiner, sie schwellen ab. Geschieht diess rasch, so zeigt sich derselbe Erfolg; sie sind bei der Näheaccommodation ebenso schnell wieder vorn, als sie bei der Ferneaccommodation zurücktreten.

Tröpfelt man nun in das beobachtete Auge einen Tropfen Atropinlösung (gr. β—i—ʒi Aqua dest.) ein, lässt dasselbe 15 Minuten zur Wirkung des Atropins und gleichzeitig zum Ausruhen desselben schliessen, und beobachtet alsdann die Ciliarfortsätze nach der Wiederöffnung des Auges, so erscheinen sie auffällig zurückgezogen und treten nicht eher wieder vor, als bis die Atropinwirkung verschwunden ist. Nimmt man schwächere mydriatische Lösungen zu diesem Versuch, z. B. Extr. belladonn. gr. ii—ʒi, so wird die Bewegung der Ciliarfortsätze trotz des fixirten Diameters der Pupille nicht ganz aufgehoben, sondern nur beschränkt.

Tröpfelt man Calabarextract in das Auge ein, so treten die Ciliarfortsätze auffällig vor, werden stärker und verharren in dem Zustande, solange die Wirkung des Calabars — je nach dem Concentrationsgrade seiner Lösung — anhält. Atropin und Calabar lassen sich hierbei ganz ähnlich, wie bei den bereits bekannten subjectiven Versuchen, gegenseitig abschwächen oder bekämpfen; auch die Einschaltung der Calabarwirkung

in die des Atropins habe ich mehrmals deutlich beobachtet; das Atropin hat aber auch hier immer das Uebergewicht in der Wirkung gegen das Calabar.

Da man nun bei diesen Versuchen die Ciliarfortsätze immer als schwarze Zacken und Knöpfchen sieht (die Form des einzelnen wechselt oft gegen die Form seines Nachbars sehr ab, schmale Spitzen kommen neben Doppelköpfen vor), so lässt sich natürlich nicht alles Wichtige derselben in Bezug auf ihre Lage und Bewegung gegen andere Theile entscheiden, doch ist diess einer andern Untersuchungsmethode vorbehalten.

Geht man nun von den Ciliarfortsätzen zur Zonula Zinnii über, so sieht man hier viele feine (schmälere) dunkle Linien mit hellern, radienförmig gelegenen (breitern) Zwischenräumen abwechseln; stellt man das Mikroskop näher zum Kranken, tiefer als die Oberfläche der Zonula ein, so findet man, dass man eine gewisse Perspective in die Tiefe dieses Raumes (des Canalis Petiti) gestattet erhält und hinten an der Grenze immer noch das liniirte Ansehen oder die Fältchenerscheinung beobachten kann. Dieselbe Beobachtung macht man, wenn man die Accommodation seines eigenen Auges vorher durch Atropin neutralisirt; eine Täuschung durch unbewussten Accommodationszustand seines eigenen Auges kann dann über die mitgetheilte Beobachtung nicht Statt finden; der Canalis Petiti ist daher wie in der Leiche, so auch für's Leben hierdurch objectiv begründet.

Lässt man nun bei der Betrachtung der Zonula das Auge von der Ferne zur Nähe accommodiren, so wird der Zonularaum merklich breiter, vom Linsenrande bis zur äusseren Peripherie der Zonula gerechnet; wechselt die Accommodation von der Nähe zur Ferne, so wird er wieder schmäler, und zwar so, wie er es vorher war. Hierbei lassen sich an der Zonula zugleich zwei feinere Beobachtungen anstellen. Man kann nämlich den zuerst von Brücke (Anatom. Beschreib. des Augapfels, 1847. S. 18) und später von Helmholtz geschlossenen Umstand beweisen, dass die Zonula beim Nahesehen vorrückt, d. h. etwas nach der Hornhaut zu bewegt

wird. Man achtet hierbei sorgfältig auf einen gleichmässigen Stand eines Augenabschnittes von der untersuchten Person zum Fadenkreuz im Ocular und stellt das Mikroskop so ein, dass der Focus gerade auf die Oberfläche der Zonula beim Fernsehen der Person fällt; lässt man dieselbe alsdann für die Nähe accommodiren, so kann man den Focus für die Fältchen der Zonula etwas zurückgehen lassen. Umgekehrt kann man dasselbe Resultat dadurch beweisen, dass man den Focus beim Nahesehen auf die äusserste Fläche der Zonula einstellt und das Auge dann in die Ferne sehen lässt; es werden alsdann die Faltenlinien beim Fernsehen undeutlicher. Ferner habe ich gefunden, dass man eine solche Messung auch für den sogen. Canalis Petiti verwenden kann, indem man den Focus beim Fern- und Nahesehen von vorn nach hinten bewegt und sich dabei in der Nähe des Linsenrandes hält. Nach meinen Versuchen hierüber war der Raum bei der Naheaccommodation tiefer, bei der Ferneaccommodation von vorn nach hinten etwas kürzer.

Die Verbreiterung des Zonularaumes, d. h. des Raumes der Zonula von der Linse bis zur Peripherie oder Grenze der Ciliarfortsätze, ist nun an gewisse Erscheinungen gebunden, welche die Linse beim wechselnden Accommodationszustande darbietet. Sowie nämlich der Zonularaum breiter wird, erscheint der Linsenrand dunkler, sofern man nicht die frühere Beleuchtung, die man für den Zonularaum hatte, wesentlich ändert. Accommodirt das Auge für die Ferne, so wird der dunkle Rand der Linse wieder schmäler (oder dünner). Diese dunkle Randerscheinung ist nebst ihren optischen Bedingungen genau so wie bei der Luxation und der spontanen Senkung der Linse und nebst der Verbreiterung des Zonularaumes schon von Becker (a. a. O.) ausführlich geschildert worden.

Hat man schliesslich einen Schichtstaar zur Betrachtung, dessen Trübung bei etwas erweiterter Pupille eine nicht zu entfernte Zone vom Kerne beschreibt und daher schmäler ist, so kann man nach vollführter Iridektomie im durchfallenden

Lichte auch die Verschmälerung dieses getrübten Raumes beim Nahesehen beobachten. Ich hatte längere Zeit einen jungen Mann mit kleinem diaphanen Schichtstaar zur Untersuchung, bei welchem man schon im auffallenden Tageslichte die Verkleinerung des Linsenäquators an der Verschmälerung der Zeichnung seiner Trübung sehen konnte, und es haben diess ausser mir verschiedene Andere an demselben Kranken auch erkannt. Sehr zu Statten kommt bei dieser Beobachtung die Anwendung schwacher Extractlösungen der Mydriation Hyoscyamus (gr. ii — iv — ℥i Aqua), Belladonna und Strammonium (gr. iβ — ii — ʒi Aqua), weil sie die Pupille genügend erweitern, die Accommodation aber nur beschränken und nicht aufheben, wie diess auch von schwachen Atropinlösungen bekannt ist.

Diess sind im Ganzen die wichtigsten Erscheinungen beim Accommodationsvorgange, die man mit dem Mikroskop verfolgen kann. Es gibt aber noch eine zweite und dritte Methode, sie zu bestätigen und beziehungsweise zu vervollständigen.

Die II. Methode ist nämlich die Untersuchung durch den Binocularspiegel und zugleich die bequemste von allen. Jeder, welcher einen solchen Spiegel oder den von Giraud-Teulon besitzt, kann unter Anwendung einer etwas stärkeren Vergrösserung, wie ich später angeben werde, an einem durch Iridektomie Operirten die Bewegung der Ciliarfortsätze, die Veränderungen des Zonularaumes und des Linsenrandes beobachten, wenn er den Kranken erst einen Kreis beim Fernsehen von rechts nach links, alsdann einen solchen bei Fixation eines nahegehaltenen Gegenstandes machen lässt und die Länge und Stärke der dabei sichtbaren Ciliarfortsätze vergleicht, sowie auch den Zonularaum und Linsenrand bei der wechselnden oder veränderten Accommodation durch Vergleichung misst. Man kann zu diesem Versuch auch einige Gegenstände in einer Reihe zu einander aufstellen, von denen die eine Reihe näher, die andere ferner gestellt wird. Diese Methode übertrifft bei Weitem die ungenügende monoculare Untersuchung,

gestattet auch unter Umständen eine stereoskopische Messung der Abstände einiger Theile von den Accommodationsgeweben und wird sehr zur Verallgemeinerung unserer Beobachtungen beitragen. Zurückstehen muss sie freilich für einige feinere Verhältnisse gegen die

III. Methode, die Ciliarfortsätze und den Zonularaum nebst dem Ansatz der Zonula an den Linsenkapselrand zu beobachten; diess ist die Untersuchung in der sogen. focalen Beleuchtung. Sie ist bei sehr vorstehendem Skleralfalz und tiefer hinter demselben gelegenen Ciliarfortsätzen, Zonula und Linsenrand zuweilen schwierig auszuführen und verlangt ausser einer Beleuchtungslinse + 2 immer eine gute achromatische Loupe von wenigstens 1¼ Par. Zoll Brennweite, um die betreffenden Theile mit dem erwünschten Erfolge zu sehen.

Die Köpfchen der Ciliarfortsätze erscheinen in der seitlichen Beleuchtung röthlichbraun, je nach dem Pigmentgehalt etwas lichter (gelber) oder dunkler in dieser Farbe, und, mit einem Auge betrachtet, wider Erwarten ziemlich nahe der Sklera, besonders wenn man sich an die Bilder von Querschnittszeichnungen erinnert. Jedoch ist, wie wir später sehen werden, die monoculare Untersuchung für den genauen Stand der Ciliarfortsatzenden nicht ausreichend; wir können aber vorläufig mit Bestimmtheit sagen, dass der Raum zwischen ihnen und der Sklera schmäler ist, als der zwischen denselben und der Zonulainsertion am Linsenrande. Die Ciliarfortsätze widerlegen nach scharfeckig ausgeführter Iridektomie jeden Zweifel an der Existenz einer hinteren Augenkammer; denn sie stehen zwar sehr nahe hinter dem peripherischen Saume der Iris, aber immer frei, ohne einen Theil zu berühren. Diess sieht man besonders deutlich an den Grenzen des Ausschnittes, da wo die Iris wieder anfängt und man etwas unter oder hinter dieselbe sehen kann. Dieser von mir immer gleich gefundene Stand der Ciliarfortsätze deutet darauf hin, dass unsere Beobachtungen über ihre Bewegung jedenfalls richtig sind, wenn man nicht mit Henke z. B. annehmen will, dass jener Stand an Iridektomirten ein falscher sei.

Indessen will ich dieser Kritik, welche nicht in die nüchterne Beschreibung der Erscheinungen am Accommodationsmechanismus gehört, hier nicht vorgreifen, sondern nur betonen, dass die Focalbeleuchtung die Ciliarfortsätze sehr gut hinter normaler Iris beobachten lässt und hier der wahre Ort ist, an welchem man aufgefordert wird, darüber nachzudenken, ob eine Beobachtung der Ciliarfortsätze im Leben bei ungestörter vis a tergo durch Arteriendruck und beherrscht von einem lebenden Muskel nicht dasselbe Recht auf Geltung oder noch mehr besitzt, als eine Abbildung derselben von einem todten, völlig entspannten und durch den Querschnitt der Linse mehr oder weniger gedrückten, stellenweise selbst ausgepressten Auge. Ich gehe daher auch in dieser Abhandlung auf eine Kritik der in der Geschichte vorhandenen Abbildungen in Bezug auf die Abstände der uns hier interessirenden Theile gar nicht ein; denn wollte ich diess thun, so müsste ich doch schliesslich sagen: man beobachtet so viel Verschiedenheiten in dem Abstand zwischen Skleralfalz, Ciliarfortsatzenden und Linsenrand im Leben, dass eine Abbildung im Allgemeinen zwar ein sehr gutes schematisches Lehrmittel bildet, will sie aber mehr als diess sein, sie nur die Bedeutung eines Kartenblattes hat.

Geht nun das beobachtete Auge vom Fernzustand in den Nahezustand der Accommodation über, so sieht man die Ciliarfortsätze wiederum vorrücken und zwar so deutlich, dass man ihre Richtung gut verfolgen kann. Die Ciliarfortsätze weichen nämlich bei ihrem Vorrücken nach der Hornhaut zu nicht von der Sklera ab, sondern verharren in dem Abstande, den man bei zurückgezogenen Fortsätzen sah; ebensowenig weichen sie aber auch von der Linse ab, nach der Sklera hin. Die Anschwellung der Ciliarfortsätze beim Nahesehen ist in der Focalbeleuchtung nicht so augenfällig, als bei der Anwendung des Mikroskopes im durchfallenden Lichte. Hingegen sieht man die Zonula Zinnii während dem Accommodationsacte so, wie sie bisher keine der angewandten Untersuchungsmethoden darstellen

könnte. Sie erscheint nämlich als eine zarte grauweisse Membran, welche zwischen hellweissen radiirten Bändern ebenso regelmässig gestellte dunkle Bänder hat. Diese dunklen Bändchen oder Striche erscheinen auf den ersten Anblick wie Lücken; sie repräsentiren aber nur die Faltenvertiefungen, während jene die Erhöhungen oder Zwischenräume zwischen den Falten bilden, in welchen die Ciliarfortsätze etwas weiter nach hinten zu liegen. Accommodirt das beobachtete Auge für die Ferne, so sind diese parallel zum Linsenrande gestellten Bändchen kurz; accommodirt jenes aber für die Nähe, so werden sie länger. Diese Erscheinung fällt also genau mit der Vergrösserung und Verkleinerung oder dem Breiter- und Schmälerwerden des Zonularaumes im durchfallenden Lichte zusammen. Bei der focalen Untersuchungsmethode zeigt sich aber noch ein für die Folge bemerkenswerther Umstand, nämlich die dunklen Linien erscheinen bei der Näheaccommodation ganz deutlich breiter als bei der Ferneaccommodation; die hellen Linien bleiben sich gleich, wenigstens habe ich keine Zunahme von Breite bemerkt, die mir eine gewissenhafte Bezeichnung für sie erlaubte. Da dieses gerade ein punctum fixationis für eine Beurtheilung von Muskelwirkung nach einer gewissen Richtung hin bildet, so habe ich besonderes Gewicht auf diesen Theil der Untersuchung gelegt. Nur ist es leider zu bekennen, dass man nicht jede sonst geeignete Person zu dieser Untersuchung benutzen kann, da der Kranke mit dem beleuchteten und untersuchten Auge allein accommodiren muss; denn nehmen wir z. B. an, dass wir die Zonula am innern Theile des linken Auges untersuchen wollen, so muss die Lampe links vom Kranken und die Beleuchtungslinse ebendaselbst gehalten werden; der Beobachter sieht dann mit seinem rechten Auge durch die Loupe nach der Zonula, und der Kranke erhält zwei Punkte hintereinander zur wechselnden Fixation angewiesen, welche so in der Richtung ausfindig gemacht werden müssen, dass sie die Focalbeleuchtung beim Nah- und Fernsehen auch wirklich ermöglichen.

In Fig. I und II habe ich eine schematische Zeichnung in vergrössertem Maasstabe von den beschriebenen Veränderungen der genannten Theile bei der Nähe- und Ferneaccommodation gegeben. Fig. I zeigt das Bild unter dem Mikroskop-Augenspiegel. Bei *NA* (der Näheaccommodation) sind die Ciliarfortsätze etwas länger und dicker, der Zonularaum breiter; bei *FA* (der Ferneaccommodation) dieselben Theile kleiner. Der Uebersichtlichkeit wegen habe ich beide Zustände in dem Irisausschnitte nebeneinander gestellt. Fig. II stellt die Zonula unter der Focalbeleuchtung dar. Bei *NA* (dem Nahesehen) sind die Zonulafalten länger, und die dunklen Zwischenräume zwischen den weissen Faltenbändern breiter, als bei *FA* (im Fernsehen).

Die Erscheinung des dunklen Linsenrandes ist so bekannt, dass ich sie hier weggelassen habe; bei *NA* wird der Rand dunkler als bei *FA* sein (der Rand ist im ersten Falle dicker und weniger scharf oder spitz als im letzten). Was das Zurücktreten der Iris beim Nahesehen betrifft, so habe ich dieses Verhältniss an der Grenze von Irisausschnitten nicht mit grosser Evidenz nachweisbar gefunden. Sieht man die ganze Iris für sich betrachtet von vorn an, so fällt dieses Verhältniss allerdings sehr auf, aber sicher zum Theil auch durch Contrastwirkung gegen das vortretende Linsencentrum wie durch Zurücktreten der Iris in der Peripherie, worauf ich später zurückkommen werde.

Die höchste Zahl der von mir an einem iridektomirten Auge beobachteten Ciliarfortsätze betrug 7, bei andern auch nur 3—5. Das Accommodationsvermögen wurde subjectiv theils mit den Jäger-Snellen'schen Schriftproben, theils mit dem Scheiner'schen Versuch vorher untersucht, ausserdem aber auch objectiv gemessen, wie sich in Folgendem ergeben wird; denn es handelt sich natürlich nun um die Frage: wie weit gehören die gesehenen Veränderungen zum Accommodationsmechanismus und in welchem Verhältniss stehen sie sowohl zu diesem, als auch untereinander zu sich selbst? Diese Frage

wird jedenfalls am klarsten beantwortet werden, wenn wir für jene Veränderungen eine

Kritik der Bewegungsursache

aufstellen. Zu diesem Behufe werden wir vor Allem die Ciliarfortsätze für sich betrachten müssen, da schon einer unserer Vorgänger eine besondere Theorie für die Bewegung derselben angegeben und vertheidigt hat.

Becker (a. a. O.) ist nämlich bei seinen Untersuchungen zu der Ueberzeugung gelangt, dass die Ciliarfortsätze mit dem Accommodationsmechanismus gar nichts zu thun haben, umsomehr, als sie mit der Linse gar nicht in Contact kommen und nach ihm gerade dann sich von der Linse entfernen, wenn diese das Auge für die Nähe einrichtet. Das Vortreten und Anschwellen der Ciliarfortsätze ist nach Becker nur eine secundäre Function derselben, indem sie als Compensatoren der Volumsveränderungen in der Iris nach deren verschiedenem Blutgehalt bei weiter oder enger Pupille, sowie als Regulatoren des sonst in beständigem Schwanken befindlichen Druckverhältnisses zwischen dem Humor aqueus und Corpus vitreum dienen. Die Iris nimmt nämlich nach Becker bei weiter Pupille ein kleineres Volumen ein, als bei enger Pupille; was nun die Iris hierbei an Volumen verliert, wird nach Becker ersetzt oder compensirt durch die Anschwellung der Ciliarfortsätze. Es würde sonach genau genommen die ganze Bewegungserscheinung der Ciliarfortsätze, wie ich sie beschrieben habe, nur lediglich auf die Anschwellung selbst und auf keine Bewegung im andern oder eigentlichen Sinne zurückzuführen sein. Hiergegen habe ich aber einzuwenden, dass das Vortreten der Fortsätze bei schneller Accommodation für die Nähe der Anschwellung doch ein Weniges, wenn auch nur für einen kurzen Moment, sichtbar vorausgeht, die Schwellung also etwas langsamer als das Vortreten erfolgt. Zweitens findet nach meinen Beobachtungen eben gerade das entgegengesetzte Verhältniss von Becker's Beobachtung Statt: die Ciliarfortsätze wachsen nicht bei weiter Pupille,

sondern bei verengerter, und werden kleiner bei erweiterter Pupille. Wo liegt nun hier das Wahre? Am Albino habe ich Becker's Beobachtungen, wie ich schon früher mittheilte, nicht wiederholen können; es fragt sich daher, ob meine Beobachtungen falsch sind. Ich habe dieselben sowohl meinem Assistenten, Herrn Beck, als auch dem Docenten der Physik, Herrn Feddersen mitgetheilt. Dieselben haben die Beobachtungen unter dem Mikroskop unter meiner Anleitung angestellt und die mitgetheilten Resultate in den Hauptsachen bestätigt, und zwar gerade an solchen iridektomirten Personen, an welchen es überhaupt leichter war, die Untersuchungen auszuführen. Es könnte somit nur der Umstand gegen mich hervorgehoben werden, dass meine widersprechenden Beobachtungen gegen die Becker'schen auf einem pathologischen Zustande der Ciliarfortsätze durch die Iridektomie beruhten. Nun hat aber Becker schon selbst das normale Verhältniss der Ciliarfortsätze nach der Iridektomie gegen Henke vertheidigt und zu diesem Behufe sogar Iridektomieen an Kaninchen gemacht, um darzulegen, dass die Ciliarfortsätze bei einer vorsichtig ausgeführten Iridektomie gar nicht berührt werden; mithin hätte ich mich in dieser Beziehung gar nicht selbst zu vertheidigen, sondern mich nur auf Becker zu berufen; ich kann aber dem hinzufügen: wer trotzdem behauptet, dass die von mir gegebene Beschreibung der Ciliarfortsätze nicht physiologisch richtig sei, der möge erst durch genügende Beweise sein Urtheil rechtfertigen; denn er kann das pathologische Standverhältniss der Ciliarfortsätze recht gut dem physiologischen gegenüber beobachten, wenn er viele am Glaucom Operirte (besonders mit hohem intraocularem Druck vor der Operation) auf die früher genannten drei Weisen untersucht. Daher glaube ich auch nicht nöthig zu haben, mich bei möglichen Einwänden länger aufzuhalten, und wir wenden uns jetzt mehr der Frage zu, warum in dem Falle von Irismangel mit guter Accommodationsbreite, den v. Gräfe an einem Kranken beobachtete, zwar die Ciliarfortsätze, aber eine Bewegung derselben nicht

gesehen wurde; denn diese Erfahrung eines so vollendeten Beobachters ist allerdings ein bedeutender Gegenbeweis für die allgemeine Gültigkeit unserer Ergebnisse und Ansichten, falls bei traumatischem Irismangel jenes Verhältniss constant gefunden werden sollte. Indessen kann ich aus eigener Erfahrung doch mit Gründen belegen, dass eine vielleicht geringe Beweglichkeit der Ciliarfortsätze bei der Accommodation in dem v. Gräfe'schen Falle noch vorhanden gewesen, aber vom Beobachter, nicht durch seine Schuld, sondern nur durch das instrumentale Material, übersehen worden sein kann. Ich habe seit dem Jahre 1857 auch genug Ciliarfortsätze untersucht, wie man sie gewöhnlich untersucht, d. h. mit einer Loupe hinter einem monocularen Spiegel, aber keine deutliche Bewegung an denselben gesehen, bis ich das Mikroskop anwendete; und auch hier wird die Beobachtung wesentlich dadurch erleichtert, dass man die Fortsätze als schwarze Spitzen und Köpfe auf einem hellerleuchteten Hintergrunde vor- und zurücktreten sieht; endlich ist auch eine 16malige Vergrösserung solcher feinen Verhältnisse für den Beobachter schon ein wesentlicher Vorsprung. Wir müssen diesen Fall daher für unsere Beobachtungen vorläufig als ungünstigen, vielleicht durch bestimmte Verhältnisse bedingten ansehen; jedoch komme ich noch ein Mal auf ihn zurück.

Da wir nun also den Stand der Ciliarfortsätze nach der Iridektomie aus weitern anatomischen Gründen in unseren Beobachtungsfällen als normal gefunden, wir ferner das Vortreten der Ciliarfortsätze der Volumszunahme derselben etwas voraufgehen sahen, wir endlich an der Stelle eines Irisausschnittes gar keinen Anhaltepunkt finden konnten, von welchem aus die Ciliarfortsätze durch die übrige Iris vorgezerrt oder zurückgeschoben worden sein konnten, so sprechen wir mit Ueberzeugung die Folgerung aus, dass eine tiefer nach hinten gelegene Ursache, entweder ein Muskel oder die Zonula allein die Ursache der Bewegung der Ciliarfortsätze sei.

Die Zonula ist mit den Ciliarfortsätzen so fest verbunden, dass man allerdings zunächst darauf angewiesen ist, in

ihr entweder die alleinige oder eine gleichnamige Ursache der Bewegung wie für die der Ciliarfortsätze zu suchen, wobei wir die Schwellung der letztern einer spätern Betrachtung vorbehalten wollen. Dass die Zonula nach vorn gehoben, dass ihr sichtbarer Raum sowohl nach der Breite wie nach der Tiefe (des Canalis Petiti) während der Näheaccommodation grösser wird, habe ich schon früher bezeichnet. Da aber diese Veränderungen der Zonula stets und genau in allen Graden mit der Locomotion der Ciliarfortsätze und dem subjectiven Accommodationszustande in einen Moment zusammenfallen, so müssen wir die Ursache dieser Bewegungen unbedingt in einer für beide gemeinsamen suchen und haben somit wiederum einen neuen Beweis für unsere Ansicht, dass die Ciliarfortsätze nicht, wie Becker meint, einem hämostatischen, sondern einem myodynamischen Verhältniss unterworfen sind, dessen Sitz und Art uns vorläufig noch unbekannt ist.

Die synchronische wie gleichgradige Veränderung beider Theile leitet unser Urtheil ebenso bei der Betrachtung der Veränderung des Linsenäquators. Denselben können wir hier freilich nur in einem Abschnitte beobachten. Jedoch habe ich schon erwähnt, dass ich den Schichtstaar selbst in einem Falle mehrere Wochen hintereinander fast täglich bei den Accommodationsversuchen für die Nähe in seinem eignen Durchmesser kleiner werden sah; mithin haben wir keinen Grund anzunehmen, dass der Linsenrand, der bei der Näheaccommodation dunkler wird, weil seine Dicke und Brechung sich ändert (zunimmt), in den übrigen, hinter der Iris nicht sichtbaren Segmenten einen andern Zustand als den ebengenannten erfahre; im Gegentheil die nachgewiesene Vorwärtsbewegung der Zonula und Erhöhung des Petit'schen Raumes entspricht dem Grösser- oder Dickerwerden des senkrechten Durchmessers der Linse von vorn nach hinten sowohl nach den Spiegelbildern als nach der Brechungserscheinung am Rande der Linse ebenfalls der Zeit und dem Grade nach, und wir sind daher geradezu logisch genöthigt, die Veränderung des äquatorialen

Durchmessers der Linse einer gleichnamigen Ursache, wie der für die beiden frühern Gewebstheile, unterzustellen. Trotzdem wollen wir entgegenstehenden Beweisen, wenn solche vorhanden, die gebührende Rücksicht schenken. In dieser Hinsicht wüsste ich jedoch keinen aufzubringen, wenn man nicht überhaupt von einer bisher mangelnden Beobachtung der Verkleinerung des äquatorialen Linsendurchmessers sprechen will. Jedoch sagt Donders (Anomalien a. R. u. A., S. 24 Anm. zu § 4): „Auch ich habe mich bei früheren Gelegenheiten nach Iridektomieen bei sichtbarem Linsenrande vergeblich bemüht, mich von der Abnahme des Linsenumfanges bei der Accommodation für die Nähe zu überzeugen. Jedenfalls ist sie bisher nicht direct beobachtet. Es leuchtet aber ein, dass, wenn sie fehlt, die Dickenzunahme in der Mitte, die mit Sicherheit nachgewiesen ist, mit einer Dickenabnahme der dem Aequator zunächst liegenden seitlichen Theile Hand in Hand gehen müsste und die gekrümmten Oberflächen eine unregelmässige Form annehmen würden, wobei es schwer sein möchte, das ziemlich genaue Sehvermögen in dem von v. Gräfe beschriebenen Falle von Aniridesis, auch bei Accommodation für die Nähe zu erklären. Die Frage, welche deshalb zunächst aufgeklärt werden muss, ist die, ob wirklich der Umfang der Linse bei Accommodation für die Nähe merklich kleiner wird. Die Antwort wird grossen Einfluss auf die weitere Discussion haben."

Auch für unsere fernere Discussion wird dieselbe von Einfluss sein, da von ihrem sicheren Nachweis noch anderweitige Aufklärung abhängt. Für jetzt müssen wir aber noch ein Mal zu dem v. Gräfe'schen Fall der vollkommenen Accommodation bei Irismangel zurückkehren und bekennen, dass die Sturm'sche Focallinientheorie für die vorhandene Accommodation bei Aniridesis schwer ausreicht, und ich habe vor Einführung des Augenspiegels in der hiesigen Augenheilanstalt einen ganz ähnlichen Fall in Gegenwart des Hrn. Prof. Hennig untersucht, der uns ebenfalls überraschte. Ein Mann in den 40er Jahren hatte einen Steinwurf auf das linke Auge bekommen;

derselbe hatte die Hornhaut nahe der Mitte perforirt; die Wunde war horizontal, kaum eine Linie lang und zeigte an der linienförmigen Oberfläche die Pulserscheinung des Kammerwassers. Drückte man etwas auf den Augapfel, so trat mehr Flüssigkeit aus; die vordere Kammer war voll ausgefüllt, die Iris total verschwunden und nach aussen zu ein kleines linsengrosses Ciliarstaphylom nahe an dem Rande der Hornhaut. Dieser Mann las Schrift von 1‴ Höhe in 8 Zoll Sehweite und konnte ebenso für die Ferne verschiedene Prüfungen als normalsichtiger bestehen; die Linsenveränderung selbst haben wir damals zwar nicht beobachtet, sondern nur den Purkinjé-Sanson'schen Versuch zum Beweis des Vorhandenseins der Linse angestellt. Der Fall beweist aber, dass ein Accommodationsspielraum selbst da noch vorkommen kann, wo ein Theil des Accommodationsmechanismus verletzt worden ist, wie es hier an der dem Ciliarstaphylom entsprechenden Stelle geschehen war. Daher hätte man auch eigentlich in dem v. Gräfe'schen Falle eine Veränderung des Linsenumfanges indirect, an der Vergrösserung des Zonularaumes (abgesehen von der Bewegung der Ciliarfortsätze) sehen müssen, wenn der Kranke für die Nähe accommodirte. Allein es ist noch ein Umstand denkbar, der auch diese Beobachtung verhinderte oder erschwerte, nämlich der, dass trotz fehlender Iris bei sehr breitem Querdurchmesser der Linse der Zonularaum ungewöhnlich schmal war oder so tief lag, dass man ohne künstliche Mittel die Veränderung desselben nicht auffällig genug beobachten konnte. Der directe Beweis der Verschmälerung des Linsenäquators kann nur bei der Verschmälerung einer vorhandenen Trübung in der Linse oder, wie wir sogleich sehen werden, im auffallenden Lichte am Rande derselben geliefert werden. Jeder, der die Erscheinung der Verbreiterung des Zonularaumes durch das Mikroskop sah und den ich über den Eindruck befragte, den ihm diese Veränderung verursachte, sah immer wieder schweigend in das Mikroskop hinein, ohne eine bestimmte Antwort zu geben; wurde der Spiegel aber so eingestellt, dass man auffällig das Dunkler-

werden des Linsenrandes bei der Näheaccommodation bemerkte, so hat fast jeder für augenscheinlich erklärt, dass der Linsenrand hierbei dicker würde, und wenn Becker später sagt, dass er die Formveränderung der Linse in dem Dunklerwerden des Randes gesehen zu haben glaube, so glaubt er jedenfalls ganz recht. Man kann nun zwar sagen, dass es nur einem physikalisch Gebildeten beikommen könne, in dem Dunklerwerden des Linsenrandes das Dickerwerden zu erkennen, anstatt zu sehen; allein wir können auch noch die zwar schwierig zu handhabende, hier aber sehr wichtige Focalbeleuchtung zur Beweisführung anziehen, da man mit ihr das Weichen des Linsenrandes von der Peripherie nach dem Centrum direct zur Ansicht erhält.

Die stete Coincidenz der Linsenveränderung mit denen der Zonula und der Ciliarfortsätze lässt uns also ein System der Bewegung erkennen, welches als ein eng aneindergeschlossenes zu betrachten ist, die Ursache der systematischen Bewegung bei allen drei Theilen aber ausserhalb ihrer Gewebe zu suchen ist; denn von quergestreiften Muskelfasern, die man neuerdings in der Zonula des Pferdes und selbst des Menschen gefunden zu haben angibt (Heiberg, Arch. f. O. XI St. 2. Abth.) ist in der Zonula des Menschen keine Spur vorhanden. Ich habe die Zonula wie die übrigen Theile des Accommodationsmechanismus im Verlaufe dieser Arbeit wiederholt untersucht, aber von quergestreiften Muskelementen gar keine Ansicht erhalten. Wenn ich Etwas zur Anatomie der Zonula hinzuzufügen hätte, so wäre es nur das Formelle, dass der Theil der Zonula über dem Petit'schen Canale bis zu ihrer Insection an der Kapsel, welchen ich als weisse Bänder im auffallenden Lichte gesehen und deshalb beschrieben habe, diesen optischen Ausdruck nicht gerade in der Faltenbildung lediglich findet, sondern dass das eigenthümliche Zonulagewebe hier wirklich in einer etwas stärkeren Lage vertreten ist, als an den dazwischenliegenden dunkel (durchsichtiger) erscheinenden Theilen.

Wenn wir aber unsere Kritik über die Ursache der Bewegungserscheinungen mit dem Schlusse beendigen müssen,

dass jene Ursache nicht in den bisher genannten Geweben liegt, so fragt es sich, in welchen andern Elementen dieselbe zu finden ist. Das Präcise der Accommodation führt uns allerdings mit leichter Mühe nur auf muskulöse Elemente; unter diesen haben wir aber immer noch zu wählen, ob wir die Bewegung des Accommodationsmechanismus lediglich durch organische oder quergestreifte Muskelfasern geschehen lassen oder vielleicht auch eine Verbindung beider anerkennen wollen. Namentlich hat Arlt in seiner Ophthalmologie recht anregende Erörterungen, mit vorzüglichen Beobachtungen versehen, über die Accommodationsfähigkeit der äusseren Augenmuskeln in Verbindung mit dem Ciliarmuskel mitgetheilt. Indessen ist doch die Anhängerschaft von Autoren für die Wirkung der äussern Augenmuskeln seit den Untersuchungen von Brücke, Helmholtz u. A. sehr zusammengeschmolzen, und es gibt allerdings ausser diesen noch eine grosse Zahl anderer wichtiger Gründe gegen ein Accommodationsvermögen durch die äussern Augenmuskeln; denn die vorhandene Accommodationsbreite bei bedeutenden Lähmungen mit Ausnahme des Trochlearis spricht schon sehr gegen die äussere Accommodationsursache, vielmehr aber noch die normale Accommodation bei Lähmung sämmtlicher Augenmuskeln, wie sie v. Gräfe in einem Falle beobachten konnte. Auch das negative Verhältniss fällt hierbei sehr in die Wagschale, dass bei Accommodationsparese alle äussern Augenmuskeln ungestört fungiren. Ausserdem besitzen wir noch physiologische Versuche, welche die Wirkung dieser Augenmuskeln auf das Anpassungsvermögen zur Evidenz widerlegen. Insbesondere ist der Mikroskop-Augenspiegel (bei dessen Anwendung das Brechungsverhältniss des untersuchten Auges immer mit in Rechnung gebracht werden muss, wenn man verschiedene Vergrösserungen anwenden will) durch seine scharfe Einstellung nach aufgehobener Accommodation durch Atropin geeignet, zu beweisen, dass die Bilder im Augengrunde hier keine Veränderung mehr bei der Einstellung des Auges für die Nähe erfahren, während doch den äussern Muskeln nichts an Kraft gebricht; diess hat auch schon die Unter-

suchung der Spiegelbilder der Linse, noch früher der gewöhnliche subjective und der Scheiner'sche Versuch ergeben.

Eine ganz andere Frage ist die, ob die äussern Muskeln einen Druck auf das Auge ausüben können oder nicht. Auch diese Frage ist von Einigen verneint worden, indem man meinte, dass die Muskeln vermöge ihrer tangentiellen Lage zum Augapfel einen Druck gar nicht ausüben könnten. Dem ist aber nicht ganz so, und wohl fast jeder Augenarzt hat bei Operationen Gelegenheit gehabt, zu beobachten, dass der Bulbus von seinem Besitzer nach Fixation der Lider noch auf eine bestimmte Weise gedrückt werden kann, indem er nach hinten gegen das Fettpolster zurückgezogen wird. Ich habe diess wenigstens wiederholt und besonders bei Kindern vor Operationen gesehen, nachdem die Lider bereits fixirt waren. Ich bin daher auch der Meinung, dass die Augenmuskeln, und resp. die Recti in ihrer Gesammtwirkung den Augapfel mehr in der Orbita zurückhalten, als diess der Druck der äussern Luft vermag, den namhafte Physiologen für die Lage des Auges in der Orbita gleich dem Gelenkkopf in einer Pfanne geltend gemacht haben. So wenig ich dieses wichtige Verhältniss in seiner Mitwirkung leugnen mag, so habe ich doch den überwiegenden Einfluss, den die Recti auf das Zurückhalten des Auges in der Orbita ausüben, unlängst bei einer Enucleation des Bulbus geprüft, die ich an einem kräftigen Manne wegen innerem Ciliarkrebs, mit dessen Willen ohne Chloroform, ausübte. Ich durchschnitt, ohne den Bulbus mit einem Haken hervorzuziehen, mit Hülfe einer Scheere und Pincette ringsum die Conjunctiva, die Recti und Obliqui und hielt dann einige Sekunden inne. Der äusserlich normale Augapfel trat nach dieser Durchschneidung sofort vor, und zwar nicht etwa in Folge einer Blutansammlung nach hinten zu. Ebensowenig konnte ich das Vortreten dadurch erklären, dass nach einer so umfangreichen Durchschneidung der Tenon'schen Kapsel die Luft hinter den Aequator der Bulbuskugel getreten sei, sondern das Vortreten hing deutlich von der Durchschneidung der Recti ab. Wir bedürfen übrigens für die be-

zeichnete Wirkung der Recti nicht einmal eines solchen operativen Experimentes; denn wir haben bei stärkerer Oculomotoriuslähmung die Gelegenheit häufig genug, zu sehen, dass der Augapfel bei dieser Lähmung mehr oder weniger nach vorn getreten ist, ohne dass Schwellung der Gewebe von hinten her das Vortreten immer bedingte.

Trotz der Möglichkeit eines Druckes auf den Augapfel durch die äussern Muskeln aber müssen wir aus verschiedenen andern Gründen den inneren, glattfaserigen Muskel, den wir als Tensor chorioideae durch Brücke und Bowman kennen, als den einzigen Factor der Accommodation anerkennen. Die anatomische Untersuchung verlangt zwar noch die Berücksichtigung, ob es nicht noch andere Muskeln im Inneren des menschlichen Auges gebe, welche einen Einfluss auf die Accommodation haben könnten, da v. Wittich selbst quergestreifte Muskelfasern in der Chorioidea von Vögeln gefunden hat und H. Müller organische Muskeln in der Chorioidea des Menschen sehr stark gemuthmasst, ja nach einer Stelle seiner Schriften selbst gesehen hat. Ich habe deshalb die Aderhaut oft darauf untersucht, gestehe jedoch, dass ich zu keinem positiven Ergebniss für die Accommodation hierbei gelangt bin, wenn man nicht organische Gefässmuskeln, da wo sie sich finden, accommodiren lassen will, und ich wüsste auch nicht, wie man bei der Anheftungsweise der menschlichen Chorioidea einen Motilitätsmodus für sie auffinden sollte, wenn man sich nicht auf eine Theorie der Gefässcompression einlassen will. Wir schreiten daher unserem Ziele näher, wenn wir, wie diess Andere schon per exclusionem gethan, dem sogen. Tensor chorioideae einzig und allein die Ursache für die von uns in Bewegung gesehenen Gewebstheile beimessen.

Wirkung des Ciliarmuskels.

Die Art und Weise der Wirkung des Ciliarmuskels richtig zu erklären, gehört unstreitig zu den schwierigen Aufgaben der physikalischen Myologie. Man kann diese Erklärung auf einem dreifachen Wege suchen, wie es nach der Geschichte

bereits geschehen ist, nämlich auf rein theoretischem, auf anatomisch-physikalischem und auf experimentalem. Den ersten kenne ich aus eigener Erfahrung durch seine gehaltlosen Erfolge so hinlänglich, dass ich gänzlich von ihm abstehe; das Gute kann man ihm aber lassen, dass er ausser der centralen Anstrengung und Verwirrung doch noch die Ueberzeugung aufdrängt, dass nur wenige, aber sehr wichtige Punkte ihrer bestimmten Entscheidung bedürfen, wenn die subjective Dissection den verwickelten Knoten lösen helfen soll. Diese Methode der Forschung hat sich daher schon mehrfach zur zweiten, der anatomisch-physikalischen geflüchtet, um von ihr Unterstützung für ihr Wirken zu erhalten. Und ich gehöre nicht zu denen, welche beiden Methoden mit einander verbunden ihre Verdienste dadurch absprechen, dass sie ihnen das Theorem vorwerfen. Wer auf so brachem Felde, wie es das vorliegende in gewisser Beziehung noch ist, arbeitet und sich dabei mehr oder weniger vereinsamt fühlt, der ist auch für jedes kleine Körnchen dankbar, welches ihm ein bereits Heimgegangener mit bewusstvollem Geiste zur weitern Pflege verlassen hat, und ich fühle mich in dieser Beziehung Keinem so zu Danke verpflichtet, als unserm verewigten Heinrich Müller. Er hat nach dem verdienstvollen Brücke, Cramer, Helmholtz u. A. vornehmlich dazu beigetragen, uns zu solchen Untersuchungen anzuregen, welche wir experimentale nennen; denn auch die anatomisch-physikalische Untersuchung, so wichtig und unentbehrlich sie ist, sehnt sich schliesslich doch zum Leben des Auges zurück. Sehr wahr sagt daher H. Müller (Arch. f. O. Bd. III. 1. S. 24) nach der Darlegung seiner Ansichten über die Wirkung des Tensor chorioideae im Allgemeinen, wie über die von ihm zuerst gefundenen circulären Fasern insbesondere: „Weitere Aufklärungen werden von physiologischer wie von anatomischer Seite kommen müssen, und in der letztern Richtung halte ich nebst Andern vergleichende anatomische Untersuchungen für besonders lohnend.“ Halten wir nun die physiologisch-experimentellen Aufklärungen zunächst fest, so werden wir gewiss

recht handeln, wenn wir solche vorerst am Menschen suchen, denn wir haben hier schon von anatomischer Seite Differenzen zu bewältigen, die für unsere experimentellen Untersuchungen von grossem Einfluss sein müssen, und ich habe hier kein schlagenderes Beispiel so naheliegend, als die circulären Fasern im Tensor selbst, die sich seit Müller's Bekanntmachung durch die gründlichen Arbeiten von Klebs, Meyer u. A. schon merklich vom Cirkel nach der longitudinalen Richtung gedreht haben. Allerdings kommen circuläre Bündel lagenweise zuweilen so mächtig vor, dass man solche Präparate gern Andern zeigt; allein ich habe den Spannmuskel ebenfalls häufig untersucht und ebenso mächtige Bündel als Uebergangsformen von den circulären zu den Längsfasern gefunden, sodass man in der That das Recht hat, von Geflechten oder Flechtwerk durch beide Faserrichtungen zu sprechen, wenn ich auch die Müller'sche Thatsache für völlig begründet halte, dass circulär anlaufende Fasern besonders vorn und nach innen zu angetroffen werden.

Versuchen wir nun auf experimentellem Wege eine Erklärung der Wirkung des Ciliarmuskels zu finden, so müssen wir uns zum grossen Theil zu den schon früher mitgetheilten Bewegungserscheinungen zurückbegeben und den Leser ersuchen, neue Thatsachen wenigstens nicht in dem Maasse zu erwarten, wie sie die vervollkommnete Lehre der Accommodation überhaupt darbietet; jedoch möge er uns in der bisher eingehaltenen Ordnung folgen, um dann durch sein Urtheil selbst zu bestimmen, ob wir vorurtheilsfrei der hohen Anforderung des Begriffs „experimenteller Beweis" zu entsprechen versucht haben, soweit diess eben möglich ist; denn ich habe gleich Eingangs dieser Abhandlung darauf hingewiesen, dass man den Ciliarmuskel am Menschen nie selbst sehen könne, man müsste denn zufällig ein Mal eine Verletzung erhalten, welche den Ciliarmuskel für sich und mit Schonung seiner Kraft wie seines Gewebes so bloss gelegt hätte, dass man ihn selbst in Thätigkeit zu sehen vermöchte. Merkwürdige Sachen kommen allerdings zuweilen dem Arzte vor; so wurde mir in

einer Mittelstadt Sachsens ein einäugiges Mädchen von 7 Jahren vorgestellt, welches in Folge von Blennorrhoe etwas nach unten vom Hornhautcentrum, doch nahe demselben ein perforirendes Geschwür erhalten hatte; durch dieses war eine vordere Synechie zwischen Kapsel und Hornhaut entstanden, die Pupille aber frei geblieben. (An der Stelle der Synechie hinter der Kapsel war eine kleine polare Trübung, wie sie bei dem sogen. Centralkapselstaare nach Blennorrhen öfter vorkömmt; der ganze Fall sprach sehr für Arlt's bekannte Theorie des Centralkapselstaares.) Es strich nun bei Reizung durch Licht die Iris in der untern Hälfte auf der Kapsel deutlich auf und ab; trotz dieser merkwürdigen Verbindung der Kapsel und Linse mit der Hornhaut las das Mädchen aber eine kleine Schrift aus einer Zeitung und zählte Firsten auf dem Dache eines gegenüberliegenden Hauses. Solche Fälle der belehrenden Casuistik werden wir unsern weitern Betrachtungen jedoch nicht beifügen, sondern uns auf das Einfachste beschränken, was wir an Ciliarfortsätzen, Zonula und Linsenrand iridektomirter Personen gesehen haben; denn wir müssen mit ihnen die vier Hauptfragen erledigen: 1. welches ist der fixirte Punkt des Ciliarmuskels? 2. hat er mehr als einen solchen Punkt? 3. wirkt er durch Zug? oder 4. wirkt er durch Druck? Ich glaube, dass die Aufstellung dieser Fragen die Uebersicht erleichtert, wenn gleich man sie vereinfachen könnte. Es kommt aber vor Allem darauf an, die Richtung zu bestimmen, in welcher der Muskel wirkt, um hieraus den Unsichtbaren an seinem fixirten Punkte zu erkennen.

Wir sahen, dass nach unserer objectiven Ueberzeugung die Ciliarfortsätze mit einem hämostatischen Verhältnisse (nach Becker) bei ihrer Bewegung nichts zu thun hatten; dieselben sind aber so mit dem Ciliarmuskel verbunden, dass dieser, wenn er eine Ortsveränderung hervorbringt, auch die Ciliarfortsätze mitbewegen muss. Nun treten diese bei der Näheaccommodation in der Richtung, in welcher man sie hinter der Sklera liegen sieht, nach vorn, und zwar schnell, wenn das Auge

schnell in die Nähe sieht, stark, wenn das Auge für sehr nahe Objecte (4—3½ Zoll) sich einzustellen gezwungen wird; sie bleiben daselbst stehen, wenn das Auge in dem Zustande verharrt, treten aber schnell zurück, wenn das Auge wieder plötzlich in die Ferne sieht. Lässt man diese Accommodationssprünge oft wiederholen, so ermüdet das Auge, und die Ermüdung, die der Kranke fühlt, sowie die Unmöglichkeit, die er bei den wiederholten Schnelligkeitsversuchen, für das nahe Object auch wirklich scharf zu accommodiren, selbst bekennt, fällt genau mit der Beobachtung zusammen, dass das Auge im Zustande der Ermüdung zwar die nöthigen Bewegungen macht, allein die Ciliarfortsätze gehen dabei zurück und treten erst nach dem Ausruhen des Auges bei wirklich scharfer Fixation des nahen Punktes wieder vor.

Oberflächlich betrachtet erscheinen diese Versuche natürlich als ganz dieselben, die wir schon wiederholt namhaft gemacht haben; allein erwogen und auf ihre tiefere Bedeutung befragt lehren sie, dass zwischen den Ciliarfortsätzen und dem sie bewegenden Ciliarmuskel ein so lebhafter Connex besteht, dass eben keine andere Kraft als eine muskulöse, die wir im Tensor haben, eine solche Schnelligkeit bis zu der jedem Auge bekannten Ermüdung entwickeln kann. Daraus geht hervor, dass, wenn die Ciliarfortsätze nur durch den Tensor vortreten, der Tensor chorioideae eine Bewegung nach vorn machen muss, um jene mitzunehmen. Die Richtung seiner Wirkung ist also erkannt, und mit ihr auch der fixe Punkt von ihm, der vorn am Schlemm'schen Canal liegt (womit auch die anatomisch-physikalische Untersuchung durch Bewegungsversuche am todten Auge übereinstimmt). Ein zweiter fixer Punkt ist daher nicht anzunehmen; denn wollte man aus anatomischen Gründen schliessen, dass der Muskel lediglich durch das Dickerwerden die Erscheinung an den Ciliarfortsätzen hervorbringen könnte, so könnten diese sich nicht so weit nach vorn bewegen.

Das Zurücktreten der Ciliarfortsätze für sich als Bewegungserscheinung betrachtet, könnte nun zu der Ansicht führen,

dass vielleicht eine besondere Partie von Muskelfasern diese Bewegung bedingen und somit auch zur activen machen könnte, wie es bei dem Vortreten unzweifelhaft der Fall ist; indessen spricht der Ermüdungszustand, in welchem die Ciliarfortsätze nicht mehr vortreten, dafür, dass der alleinige active Zustand des Muskels der ist, bei welchem die Fortsätze vorgehoben werden, der passive aber der, wo sie zurückweichen. Diess wird und muss noch weitere Bestätigung erhalten; denn man könnte sagen: wenn die Ciliarfortsätze bei starker Ermüdung nicht mehr vortreten, so können sie auch nicht wieder zurücktreten. Diess würde aber nur ein halber Einwand sein; sie könnten bei einer doppelt activen Wirkungsursache recht wohl weiter zurücktreten. Diess sieht man aber nicht. Nur das will ich zugestehen, dass man recht gut, wie Becker gethan, eine Partie der vordern, nämlich vorwaltend circulär verlaufenden Faserbündel einen fixen Punkt mehr für die Längsbündel in ihrer Wirkung abgeben lassen kann; aber jene ausschliesslich, wie Becker meint, den fixen Punkt erst bilden lassen, geht schon der anatomischen Untersuchung der Circularfasern wegen nicht an, und unter keiner Bedingung kann ich aus physikalischen Gründen nach meinen Beobachtungen zugeben, dass jene Circularfasern die Ciliarfortsätze nach innen, nach der Linse hin ziehen. Ich glaube deshalb, es ist, um nicht misverstanden zu werden, von Nutzen, wenn ich später noch ein Mal darauf zurückkomme und genauer bezeichne, was unter dem Vortreten der Ciliarfortsätze der Richtung nach zu verstehen ist. Ich habe nämlich früher mit Absicht gesagt, sie treten vor, ohne ihren Abstand von der Sklera dabei zu ändern. Diess ist eine Hauptgrundlage für die Theorie der Tensorwirkung; denn stellte ich mich auf den Standpunkt Derer, welche nur eine bestimmte Querschnittszeichnung im Gedächtniss haben, und spräche, die Ciliarfortsätze rückten nach innen, weil sie sich bei ihrem Vorrücken einer Linie näherten, die senkrecht durch's Auge vom Hornhautmittelpunkt gefällt wird, so wäre das eine ganz unbrauchbare Ausdrucksweise, bei welcher aller Boden für eine Messung

seitlicher Abstände der Ciliarfortsätze und der Tensorwirkung verloren ginge.

Dass man hier an diesen kleinen Theilen in der Beobachtung mit grosser Vorsicht zu Werke gehen muss, das lässt sich am meisten an der Zonula Zinnii erläutern, wenn man nämlich an ihr oder aus ihrer Veränderung selbstständig die Wirkung des Ciliarmuskels entwickeln will. Wir hatten nebst Becker gesehen, dass die Vergrösserung des Zonularaumes bei der Näheaccommodation zu Stande kommt, und können dieses Symptom der Accommodationsveränderung für den, der es zum ersten Male am jugendlichen Auge sieht, als das auffälligste von allen bezeichnen. Nichtsdestoweniger ist es im höchsten Effecte, also bei der stärksten Näheaccommodation das nichtssagendste von allen, wenn man seine Entstehung nicht auf einem bestimmten Wege verfolgt; denn aus dem blossen Ansehen eines deutlich breiter gewordenen und durchleuchteten Zonularaumes haben, wie ich schon früher erwähnte, alle Beobachter nach mir ebenso wenig als ich auch nur irgend einen positiv befestigten Gedanken über sein Zustandekommen aussprechen können. Nun könnte man zwar hierauf erwiedern, dass das Vortreten der Zonula ja schon früher bei dem gleichzeitigen Dickerwerden und Nacheinwärtstreten des Linsenrandes beschrieben sei, mithin, wenn durchaus aus dem Verhalten der Zonula an sich etwas für die Tensorwirkung gewonnen werden sollte, man nur das Nachvornrücken der Zonula einfach zu wiederholen brauchte. Diess kann allerdings geschehen; allein für die Macula lutea des Beobachters hinter dem Mikroskop ist der Zonularaum immer noch zu gross, um beim plötzlichen Nahesehen auf ein Mal alle Punkte gleich scharf übersehen zu können; denn wenn wir z. B. das Vortreten der Zonula nur in der Nähe des Linsenrandes, nahe der Stelle, wo die Zonula sich an die Kapsel heftet, nachwiesen, so wäre damit wenig gewonnen und man könnte sagen, wenn der Linsenrand dicker wird, so muss natürlich auch das vordere Zonulablatt etwas in die Höhe treten, und dadurch wäre wiederum nicht erklärt, wodurch

die Linse dicker wird. Hiermit habe ich aber angedeutet, welches die wichtigste Stelle für unsern Zweck in dem genannten Accommodationstheile ist, keine andere nämlich als die Ecke der hintern Augenkammer, wo die Ciliarfortsätze mit der Zonula zusammenstossen. Die Partie rückt nämlich mit vor. Allerdings ist diess kaum anders möglich zu erwarten, wenn man das Vortreten der Ciliarfortsätze für entschieden hält und die feste Verbindung beider Gewebe kennt; allein es muss doch immer erst nachgewiesen werden, und diess ist nach meiner Erfahrung nur möglich durch das auf diese Stelle eingerichtete Mikroskop und keine andere Untersuchungsmethode. Ich habe mir mit dem Binocularspiegel Mühe gegeben, jenes festzustellen, es ist mir aber nicht gelungen, da die Vergrösserung hier zu schwach ist. Bei der Anwendung des Mikroskops habe ich die Vergrösserung zuweilen bis auf 20 Mal gesteigert und es für das Beste gefunden, wenn man das beobachtete Auge langsam von der Ferne in die Nähe, soweit es irgend möglich ist, accommodiren lässt.

Mit jener Beobachtung will ich jedoch keineswegs gesagt haben, dass die Vergrösserung des Zonularaumes beim Nahesehen etwa lediglich durch die Bewegung der Zonula bedingt werde; denn diess würde den jetzt zu betrachtenden Verhältnissen der Linse nicht entsprechen. Im Allgemeinen wird man vielleicht nach dem Bisherigen denken: die vielverbreitete Theorie des Vorhebens der Zonula im Sehacte für die Nähe hat nun endlich ihre Bestätigung gefunden, sodass man die Federkraft der Linse billiger Weise als das endliche physikalische Medium für die Accommodation walten lassen kann. So weit sind wir aber mit unserer Beweisführung noch nicht gelangt; im Gegentheil wir müssen bekennen, dass wir mit der Linse allein eine Ansicht über die Wirkungsweise des Ciliarmuskels nicht bilden können, und beschränken uns vorläufig darauf, noch einen objectiven Beweis dafür nachzuholen, welchen Antheil die Linse an der Vergrösserung des Zonularaumes beim Nahesehen hat. Wird dieser Antheil bestätigt, so wird zugleich die schon früher erwähnte, von Donders

gestellte Frage erledigt: lässt sich die Veränderung, resp. Verminderung des Linsenumfanges bei der Näheaccommodation wirklich direct nachweisen oder nicht? — Zwei Mal haben wir diese Veränderung bereits direct nachgewiesen, ein Mal durch das Schmälerwerden des Diameters der Zone eines sehr diaphanen Schichtstaares, anderntheils durch das Hereinrücken des Linsenrandes nach dem Centrum in der focalen Beleuchtung. Wir können diess aber auch noch auf eine indirecte Weise thun.

Lässt man nämlich ein iridektomirtes Auge mit normaler Accommodation unter dem Mikroskop vom Nahezustande nach dem Fernezustande übergehen und, sowie der Fernpunkt erreicht ist, das Auge die strengste Ruhe in der Bewegung einhalten, so macht der beobachtete Linsenrand noch eine ganz kurze Zeit eine Bewegung vom Centrum der Linse nach der Peripherie hin und steht dann still. Bei dieser Bewegung sieht man deutlich, dass die Vergrösserung oder Verminderung des Zonularaumes vorzugsweise von der Veränderung der Linse herrührt, und ich kann diese Bewegungserscheinung nicht genauer beschreiben, als wenn ich sie mit der vergleiche, die man an der Peripherie eines sich langsam verbreitenden Wassertropfens sieht. Hat Jemand nur diese Erscheinung an der Linse gesehen, so wird er die Verminderung des Linsenumfanges bei der Näheaccommodation, auch ohne dieselbe direct beobachtet zu haben, als sicher begründet annehmen können, und wir wenden uns deshalb nun unserer Hauptaufgabe zu: die Wirkung des Ciliarmuskels auf alle die genannten Theile in ihrer Vollständigkeit zu erklären.

Um dem mit dieser Aufgabe weniger Vertrauten ein gewisses sicheres Geleite zur Beurtheilung der Zuverlässigkeit meiner Ansichten zu geben, wird es, glaube ich, vortheilhaft sein, wenn ich meinen Untersuchungsgang etwas specieller charakterisire, obgleich ich ihn im Vorhergehenden im Allgemeinen schon dargelegt habe. Hierdurch fülle ich dann zugleich die störende historische Lücke aus, welche die Differenz meiner Beobachtungen zu denen Becker's bildet; denn

wenn diesem Bedürfniss nicht entsprochen wird, so kann man trotz dieser Abhandlung sagen: wenn zwei Beobachter in einer so wichtigen Erscheinung, wie in der Bewegung der Ciliarfortsätze, zu den gerade entgegengesetzten Resultaten gelangt sind, so müssen neue Untersuchungen entscheiden, wer von jenen das Wahre gefunden hat. Dieser Mühe können wir jeden dadurch überheben, dass wir ihm unsere freie Wahl, nur die durch Iridektomie Operirten zu den Versuchen zu benutzen, als die sicherste Methode hervorheben; denn sie bietet den grossen Vortheil, jeden sichtbaren, bei der Accommodation thätigen Theil für sich studiren zu können und so zugleich seinen relativen Antheil an dem ganzen Acte zu bemessen. Becker aber musste durch eine vorhandene Iris hindurch die bewegten Gewebe des Accommodationsmechanismus im Ganzen nehmen, wie sie sich eben darboten, d. h. er beobachtete und mass die Distanz der Ciliarfortsätze zum Linsenrande während dem Nahe- und Fernesehen und gelangte hierbei zu einer relativ in gewisser Hinsicht richtigen, positiv aber falschen Abschätzung, die natürlich in der Consequenz zu einer Fehlerquelle wurde. Wenn man nämlich bei jugendlichen Personen den Abstand des Linsenrandes von den Ciliarfortsätzen in der Näheaccommodation misst und ihn mit dem Abstande in der Ferneaccommodation vergleicht, so ist im ersten Falle die Linse weiter von den Ciliarfortstätzen entfernt, im letztern aber weniger; verlässt man sich nun auf dieses Mass und beobachtet die Ciliarfortsätze nicht für sich, so kann man zu der falschen Annahme gelangen, die Ciliarfortsätze träten beim Nahesehen zurück. Ich habe mir lange Zeit Becker's Missverständniss dieser Verhältnisse nicht enträthseln können; erst als ich in der Beurtheilung der gesehenen Veränderungen vollständig zu Hause war, wurde mir jene Fehlerquelle klar, die nicht aus mangelnder Umsicht Becker's, sondern nur aus seinen ungünstigen Objecten hervorging. Die Ciliarfortsätze sind jedoch ganz unentbehrlich, wenn man eine Theorie der Ciliarmuskelwirkung finden will; denn wie wir sahen, belehrten sie uns durch ihre Bewegung über den fixen

Punkt des Muskels und seine Zugkraftwirkung von hinten nach vorn. Allein trotz der Wahrheit dieser Sache, genügt dieselbe doch noch nicht, einer Theorie der Ciliarmuskelwirkung eine Stelle in der spätern Geschichte zu sichern; denn der Begriff einer Wirkung nach vorn ist bei dem Verhältniss der Ciliarfortsätze zu den übrigen Theilen des Auges immer noch zu relativ, um nicht noch andere Erklärungen zuzulassen. Aus diesem Grunde stellte ich bei der Untersuchung als besondere Abtheilung derselben noch jenen vierten Punkt auf, ob der Muskel auch durch Druck wirken könne. Eine Druckwirkung im Sinne Müller's durch eine sphinkterähnliche Contraction des innern vordern Theils vom Ciliarmuskel musste nämlich sofort bemerkt werden können, wenn man eine sichere Methode für eine feinere Bestimmung in der Richtung der bewegten Ciliarfortsätze gefunden hatte. Ich stellte zu diesem Behufe eine Zeit lang nur Abstandsmessungen mit einem schwachen binocularen Mikroskop für die Ciliarfortsätze in der seitlichen Beleuchtung an; diese Methode ist für den noch Ungeübten zwar sehr schwierig, schliesslich aber nicht nur belohnend, sondern selbst überraschend; denn man findet bald, dass nur in dieser Untersuchung das beste Material für die Ciliarmuskeltheorie gewonnen wird. Während man nämlich bei der monocularen Untersuchung und der focalen Beleuchtung denkt, die Ciliarfortsätze sind in ihrem Abstande von den übrigen Theilen ganz leicht zu messen und befinden sich näher an der ihnen zugekehrten Bulbuswand, als alle Abbildungen anzeigen, wird man bei der binocularen Untersuchung den optischen Betrug sofort gewahr und sieht zwischen dem Skleralfalz und den Fortsätzen noch einen Zwischenraum, der zwar kleiner ist, als der zwischen den Ciliarfortsätzen und der Linse, aber noch hinlänglich genug, um eine andere wichtige Frage zu bestimmen. Bei der monocularen Untersuchung musste ich nämlich die Frage unbeantwortet lassen, ob die Ciliarfortsätze an ihren Spitzen nach ihrem Vortreten und ihrer Anschwellung bei der stärksten Contraction der Pupille von der Iris nicht vielleicht gedrückt werden könnten (was

zugleich für Becker's Beobachtung von Wichtigkeit gewesen wäre). Diess ist aber nicht der Fall; denn es bleibt bei der binocularen Untersuchung immer noch ein ganz schmaler Zwischenraum zwischen den Fortsatzenden und der Irisperipherie übrig, wenn man die Pupille, wie z. B. durch Calabar, auf's Höchste contrahirt hat. Das wirkliche Vortreten der Ciliarfortsätze in der Näheaccommodation ist also durch diese Untersuchung nochmals gesichert; gleichzeitig gestattet sie aber auch, für den gleichen Abstand der Ciliarfortsätze von dem Skleralfalz in der Ferne- und Näheaccommodation, den ich schon ein Mal hervorhob, eine wissenschaftlichere Sprache des Ausdrucks zu führen, als diess früher geschah. Da nämlich der Skleralfalz an der Hornhaut aufhört und nicht in gleicher Linie fortgesetzt wird, so muss man sich die Linie des Skleralfalzes in seiner Richtung bei dem Vorrücken der Ciliarfortsätze fortgesetzt denken, um den Winkel zu bestimmen, welchen die Ciliarfortsatzenden vor und nach ihrem Vortreten zur optischen Axe oder einer von vorn nach hinten gelegten Senkrechten bilden. Nach den Beobachtungen mit dem binocularen Mikroskop und der focalen Beleuchtung wird dieser Winkel, den die Ciliarfortsätze in der Ruhe zur optischen Axe bilden, bei ihrer Bewegung nun nicht geändert, sondern bleibt sich gleich. Hierdurch fällt die Müller'sche Hypothese einer exclusiven sphinkterähnlichen Contraction des Ciliarmuskels beim Nahesehen weg; denn wäre sie begründet, so müssten die Ciliarfortsätze, indem sie nach einer von vorn nach hinten durch's Auge gelegten Linie zurücken, von der Linie des ideell fortgesetzten Skleralfalzes abweichen und mithin die optische Axe mehr senkrecht, also nicht unter so spitzem Winkel schneiden, als es im Leben gesehen wird. Fig. III versinnlicht dieses Verhältniss am besten, wenn wir den Ciliarfortsatz *a* (in der Ruhe) nach *b* vorrücken lassen, indem sich der Ciliarmuskel *P* beim Nahesehen zusammenzieht. Die Linie *b* gibt dann den Winkel zur Augenaxe *v* an.

Die Helmholtz'sche Theorie der Ciliarmuskelwirkung würde dieser fundamentalen Bewegung der Ciliarfortsätze voll-

ständig entsprechen, und wir haben jener Theorie längst den Beifall gezollt, den Einfachheit in Verbindung mit Wahrheit hervorruft. Nur müssen wir leider hinzufügen, dass sie in ihren Beweisen nicht umfassend genug ist, um zur dauernd gültigen werden zu können. Für's Erste kann man nicht ohne Weiteres für wahr halten, dass die Zonula allein die Formveränderung der Linse bedingt und letztere im Ruhezustande von der Zonula lediglich in der Abflachung erhalten wird. Man hat zwar zum Beweise hierfür angeführt, dass die Linse in der Leiche stets dicker als im Leben gefunden werde. Wir würden diesen Grund gern in seiner Bedeutung anerkennen, wenn uns zugleich bewiesen würde, dass die Spannung, unter welcher alle Theile im Auge während des Lebens stehen, gar keinen Einfluss auf die Linse hätte; diess ist aber sehr unwahrscheinlich. Ich habe zwar an einem Ohnmächtigen noch keine ophthalmometrische Messung der Linse vorgenommen, ich habe aber mit dem Augenspiegel gesehen, dass die Retinalarterien in der Ohnmacht auffällig dünner (die Retinalvenen hierzu verhältnissmässig stärker) werden. Diess beweist also, dass der Blutdruck mit der verminderten Wirkung des Herzens geringer wird, die inneren Theile des Auges im Leben also unter einer höheren Spannung in Folge des Blutdruckes stehen, als im Tode.

Soll ferner die cadaverische Imbibition gar keinen Einfluss auf die Linse haben? von Jäger jun. (Einstellungen des Diopter-Apparates, Wien 1861. S. 122) hat den Einfluss von cadaverischen Veränderungen im Auge bereits mit vielem Fleisse für die Linse nachgewiesen.

Die Helmholtz'sche Theorie steht ferner aber auch in einem gewissen Widerspruch zur Präcision der Accommodation. Ciliarfortsätze, wie Zonula und Linsenrand bieten (mit dem Mikroskop beobachtet) eine solche Bestimmtheit neben der Schnelligkeit bei den verschiedenen Einstellungen für eine Entfernung dar, dass man durchaus kein Schwanken irgend eines Theiles nach erreichtem Accommodationsintervall beobachtet, selbst bei extremem Accommodationsgrade nicht.

Die Willkür der Accommodation ist also eine sehr directe. Wenn die Zonula für sich so stark sein soll, dass sie die Linse abflacht, mithin die Elasticität der Linse überwältigt, so ist schwer einzusehen, warum die Linse beim Uebergang von der Näheaccommodation zur Ferneaccommodation selbst dann noch, wenn das Auge bereits ruhig steht, an ihrem Rande eine kurze Zeit Bewegung vom Centrum nach der Peripherie zeigt, die Bewegung der Linse für die Ferne also langsamer geschieht, als für die Nähe. Dieses Experiment spricht nicht zu Gunsten der höherstehenden Gewalt der Zonula über die Linse, sondern vielmehr dafür, dass die Linse vermöge ihrer Elasticität ebenso selbstständig wie die Zonula vermöge der ihrigen zurückgeht oder sich in den Zustand der Ruhe begibt.

Endlich lässt die Theorie der blossen Erschlaffung der Zonula so Vieles unberücksichtigt, was die anatomisch-physikalische Betrachtung a priori als nothwendig ergibt, dass man wenigstens nicht bei ihr allein stehen bleiben kann. Vor Allem ist es die Zonula selbst, die in ihrem Zusammenhange von ihr nicht genügend gewürdigt wird. Sie ist zwar das Ligamentum suspensorium lentis und ihr vorderes Blatt etwas verschiebbar, diese Strecke ist aber so kurz und dabei kein so isolirtes Häutchen, dass dasselbe ohne Veränderung seiner Unterlage und Umgebung beliebig nach vorn gehoben werden könnte; sondern mit ihr müssen mehr Theile eine Veränderung erfahren. Zunächst ist es der Glaskörper, welcher an seiner vordern äussern Fläche eine Wirkung von Seiten des Ciliarmuskels erfährt, und diese besteht in einem Drucke. Die Möglichkeit dieses Verhältnisses geht schon aus der anatomischen Betrachtung hervor; denn der Glaskörper liegt nach hinten zu vor Anfang der Zonula mit der Retina noch direct unter dem Ciliarmuskel; ich besitze einen Ciliarmuskel, der von vorn bis an seine hintere Insertion an der Aderhaut eine Länge von 5 Millim. hat (die Endigung oder Grenze nach hinten ist durch Abschnitte mit dem Mikroskop bestimmt worden). Es fragt sich nur, ob jene Wirkung als Druck sicher zu beweisen ist.

Derselbe ist fast von Allen bisher angenommen worden, und H. Müller liess den Glaskörper besonders durch den Ciliarmuskel von hinten her stützen, damit die Linse an der hintern Wand nicht ausweichen könne; Arlt (Ophthalmologie) hingegen sagt, nach der Lage des Ciliarmuskels müsse er den Glaskörper nach vorn ziehen. Dieser Zug nach vorn lässt sich auch vertheidigen, nur muss er näher bezeichnet werden, wenn er anerkannt werden soll. Denn an sich kann der Glaskörper nicht nach vorn gezogen werden; diess kann nur an einem Theile von ihm gelten und zwar an dem vorderen, hinter der Zonula gelegenen. Eine wirkliche Locomotion kann die Glaskörpermasse hier aber ebenfalls nicht erfahren; sondern die Wirkung des Ciliarmuskels kann nur in einer Spannung daselbst bestehen, welche eintritt, während die Ciliarfortsätze nach vorn bewegt werden. Letztere sind besonders dazu geeignet, diese Verhältnisse zu beleuchten, denn wenn wir Fig. III die Bewegung derselben in dem Punkte von *a* nach *b* ausdrücken, so sehen wir auf diesem Querschnitt, dass die Krone sämmtlicher Fortsätze im Nahesehen einen geringeren Durchmesser hat, als im Fernesehen, da sich der Punkt *a*, nach *b* verlegt, zwar nach vorn bewegt, aber gleichzeitig der Durchschnittlinie *v* genähert hat. Hierdurch ist also wirklich bewiesen, dass die Brücke'sche anatomische Anschauung im Princip Recht hat, wenn sie den Ciliarmuskel eine gegebene Oberfläche verkleinern lässt.

Schwieriger als für den Glaskörper ist die Druckwirkung des Ciliarmuskels auf die Linse zu beweisen. Wir wissen zwar, dass die Zonula nebst den Ciliarfortsätzen im Nahesehen nach vorn bewegt werden und der Raum von der Basis der hintern Ciliarmuskelinsertion bis zum Kranze der Ciliarfortsätze etwas verkleinert (oder spitzer wird), hieraus folgt aber noch nicht unbedingt, dass die Linse durch jene Raumveränderung zugleich die Formveränderung erfahren müsse, die sie beim Nahesehen hat. Hier liegt ein Scheideweg, auf welchem ich mich lange mit Bedenken aufgehalten. Endlich hat mich aber die öftere Wiederholung eines früheren Experiments

dazu gedrängt, die vermehrte Convexität der Linse gleichzeitig durch Druck zu erklären. Wenn man nämlich die Zonula in der Focalbeleuchtung beobachtet, während der Iridektomirte von der Ferneaccommodation zur Näheaccommodation übergeht, so sieht man die dunklen Linien zwischen den weissen auffällig breiter werden. Die dunklen Linien entsprechen den Faltenvertiefungen und werden also beim Nahesehen in ihrem Querdurchmesser breiter. Nach der Theorie der Zonulaerschlaffung und des Convexwerdens der Linse durch ihre Elasticität müsste man nun annehmen, dass die elastische Linse die Zonula mitnimmt und zwar etwas in die Höhe hebt, während sie convexer wird; hiernach würde es aber schwer zu erklären sein, wodurch jene dunklen Linien im Querdurchmesser breiter würden. Nimmt man aber an, dass ein seitlich angebrachter Druck auf die Linse im Nahesehen wirkt, so würde man viel anschaulicher sagen können, dass jene dunklen Linien deshalb breiter würden, weil die Faltenvertiefungen beim seitlichen Druck durch das Petit'sche Canalwasser nach vorn zu ausgedehnt werden. Es liegt uns daher ob, den Druck von Seiten des Ciliarmuskels für die Linse noch weiter zu verfolgen. Die erste Richtung der Wirkung des Ciliarmuskels fanden wir früher als eine Zugkraftwirkung von hinten nach vorn, die zweite würde dann die transverselle Richtung seiner Wirkung sein, wie wir sie bei andern (Bauch-) Muskeln haben. Zwei fixe Punkte konnten wir aber nicht finden; wir mussten uns daher darauf beschränken, dass er die transverselle Wirkung durch sein Dickerwerden ausübte. Diess hat vorzüglich van Reeken (Dissert. utr. 1856) in seiner Dissertation hervorgehoben, und ich glaube allerdings, dass man sich eines physiologischen Fehlers schuldig machen würde, wollte man das Dickerwerden des Muskels, ohne welches seine Wirkung nicht gedacht werden kann, gar nicht berücksichtigen. Erinnern wir uns nun, dass der Glaskörper bei der Ciliarmuskelcontraction eine gewisse Anspannung an seiner vorderen Peripherie erfuhr, so wird er auch einen gewissen Druck auf die hintere Fläche des Petit'schen

Canals ausüben müssen; legen wir nun zu diesen noch die seitliche Richtung des Druckes, welche das Dickerwerden des Muskels vermittelt, so erhalten wir aus beiden Richtungen eine Resultante, die den Linsenäquator in der That berührt. Helmholtz hat zwar (Arch. f. O. I. Bd. 2. Abth. S. 73) erklärt, dass ein seitlicher Druck die hintere Linsenfläche ebenso krümmen müsste, wie die vordere; das erstere sei aber nicht der Fall. Diess ist allerdings richtig; wenn man sich aber einen Linsenkörper denkt, der hinten von einer festen Wand (Glaskörper) umfasst, vorn aber frei ist, so wird man es im Fall eines seitlichen Druckes doch erklärlich finden, dass die vordere Wand bei seitlichem Drucke mehr nachgibt, als die hintere, besonders wenn man weiss, dass die Zonula zugleich nach vorn gehoben wird. Indessen braucht jene Wand nicht so fest zu sein, dass sie nicht einige Veränderung, d. h. eine etwas stärkere Krümmung zuliesse, und so würde zugleich der seitliche Glaskörper- und Linsendruck die etwas stärkere Krümmung der hinteren Linsenfläche beim Nahesehen jedenfalls noch anschaulicher erklären, als es die blosse Erschlaffung der Zonula zu thun vermag. Ein grösseres Hinderniss findet die Drucktheorie in dem leeren Raume, den sie nothwendiger Weise entstehen lassen muss, wenn Glaskörper und Linse seitlich comprimirt werden sollen. H. Müller hat diesen Raum in seiner vortrefflichen Abhandlung bereits besprochen und ihn zwischen den Ciliarmuskel und die Sklera gelegt, daselbst aber durch das Dickerwerden des Muskels ausfüllen lassen. Andere, wie z. B. Fick (Physiol. 1. Aufl. S. 197), lassen denselben durch Blut mit Hülfe der dünnwandigen Chorioidealvenen ausfüllen, während die Glashaut in der Aequatorialgegend etwas von der Sklerotika entfernt wird und der Chorioidealraum daher während der Ciliarmuskelwirkung etwas an Dicke zunimmt. Es wird hieraus ersichtlich, dass sich die Drucktheorie auch noch mit der Frage beschäftigen muss, inwieweit die Aderhaut bei der Ciliarmuskelwirkung einer Dehnung ihres Gewebes fähig sei. Brücke liess schon die Aderhaut um den Glaskörper durch den Muskel anspannen, und

Cramer meinte, dass der vordere Theil der Aderhaut sehr lose angeheftet und daher für eine Dehnung sehr geeignet sei. Hiergegen hat sich aber Arlt (a. a. O. Bd. III. S. 226) ziemlich energisch erklärt, indem er die Cramer'sche Ansicht als grundfalsch bezeichnete. Nach meiner Ueberzeugung kann ich die Aderhaut an ihrem vorderen Theile auch nicht lose angeheftet nennen, noch weniger aber würde ich die ganze Aderhaut um den Glaskörper anspannen lassen, denn dazu hat die Aderhaut im Ganzen genommen zu viel feste Verbindung mit der Sklera; indessen kann man dem vorderen Theile der Aderhaut doch nicht alle Dehnungsfähigkeit absprechen, wenn dieselbe auch von der Ora serrata an bis zum Ciliarmuskel nicht so bedeutend ist, als im hinteren Theile der Aderhaut. So wichtig diese anatomische Untersuchung ist, so führt sie doch für die Drucktheorie zu gar keinem Resultate, und es ist daher viel wichtiger, sich nach Gründen umzusehen, die nicht in ein solches Chaos von Consequenzen führen. So haben wir denn einen, der ziemlich nahe liegt, aber bisher nicht beachtet wurde oder werden konnte, weil er nicht bekannt war; diess ist die Anschwellung der Ciliarfortsätze beim Nahesehen. Becker hat dieselbe zwar schon früher gesehen, ihr aber eine Erklärung gegeben, die wir jetzt für erledigt halten; denn da wir entgegengesetzt zu ihm die Anschwellung im Nahesehen und bei der Verengung der Pupille fanden, nicht aber beim Fernesehen und bei der Erweiterung der Pupille, so müssen wir die Anschwellung der Fortsätze bei der Contraction des Ciliarmuskels zu erklären suchen. Hierauf werden wir um so eher geleitet, als wir die Anschwellung der Ciliarfortsätze dem Vortreten derselben auf dem Fusse folgend in allen Fällen ohne Ausnahme beoachten konnten. Die Anschwellung ist aber eine so eigenthümliche Erscheinung, dass sie einen bestimmten anatomischen Grund haben muss. An und für sich brauchte dieselbe nämlich gar nicht einzutreten, wenn die Ciliarfortsätze bei der Contraction des Ciliarmuskels einfach vorwärts bewegt würden; es muss also hier ein Umstand vorliegen, der die Ciliarfortsätze stärker

mit Blut füllt. Nähmen wir nun z. B. an, dass die Ciliarfortsätze in ihrer Länge gedehnt würden, während sie vortreten, so wäre hieraus nicht abzusehen, wodurch sie dicker werden sollten; denn ein Kautschukrohr, ausgezogen, fasst ein grösseres Volumen von Flüssigkeit, als im nicht ausgezogenen Zustande; das grössere Volumen des Rohres selbst würde hierbei aber gar nicht zur Erscheinung kommen, sondern eher das Gegentheil bedingen. Es muss bei der Schwellung der Ciliarfortsätze daher eine Ursache wirken, welche den Rücklauf des Blutes hemmt. Hierfür ist gar keine andere Ursache als der Ciliarmuskel selbst zu finden, wenn man bedenkt, dass der Grad der Schwellung immer mit der Stärke der Ciliarmuskelcontraction steigt! Und der Muskel kann diess auf zweierlei Weise recht wohl bedingen, ein Mal nämlich, indem er selbst dicker wird und auf die Ciliarfortsätze drückt, anderntheils aber, indem er die Fortsätze an ihrer Wurzel etwas an den Glaskörper anpresst. Es würden hierbei nun die Venen den geringeren Widerstand bieten und mithin als die entferntere Ursache der Anschwellung zu betrachten sein. Gegen diese Möglichkeit hat sich nun Leber in seinem schönen Werke über die Blutgefässe des Auges (Wien 1865, Staatsdruckerei) ziemlich bestimmt ausgesprochen, indem er sagt, dass die Arterien, welche durch den Ciliarmuskel treten, bei der Contraction desselben eine Verengung, namentlich durch die circulär verlaufenden Fasern des Muskels erfahren müssten. Er fügt (S. 16) hinzu: „Wenn die ausgesprochenen (anatomischen) Betrachtungen richtig sind, so müssen im Gegensatz zu den bisherigen Ansichten, bei einer Zusammenziehung des Ciliarmuskels die Ciliarfortsätze anstatt anschwellen, abschwellen, um bei Nachlass der Contraction wieder ihren alten Füllungsgrad anzunehmen. Leber beruft sich zu Gunsten seiner Ansicht ausserdem auf die Becker'schen Beobachtungen; später beruft sich Becker wieder (Anomal. d. Accomm. u. Refr. v. Donders) zu Gunsten seiner Beobachtungen auf die gefässanatomischen Gründe von Leber; leider ist aber die Grundbeobachtung falsch, und man ersieht hieraus, dass auch

eine anatomisch-theoretische Betrachtung irre führen kann, wenn sie nicht ganz sichere Anhaltepunkte hat; nach der anatomischen Anschauung hätten wir in der Geschichte sogar vier verschiedenen Meinungen über die Bewegung der Ciliarfortsätze durch den Muskel zu begegnen: denn nach der einen sollen sie durch diesen nach hinten zurücktreten, nach einer zweiten sollen sie nach innen weichen, nach einer dritten nach aussen (der Sklera zu), und nach einer vierten nach vorn gezogen werden. — Wenn wir nun einen Druck auf die Wurzel der Ciliarfortsätze als den einfachsten und nächstliegenden Grund für die Anschwellung derselben finden, so würde uns auch keine Durchschnittszeichnung besser erscheinen, diess zu erläutern, als die No. 2 auf Taf. III. der Leber'schen Abbildungen. Ich will gar nicht leugnen, dass auch die Arterien im Ciliarmuskel bei seiner Contraction eine Compression erfahren; allein das Experiment im Leben lehrt ziemlich unzweideutig, dass in der Ciliarmuskelcontraction weniger Blut aus den Ciliarfortsätzen heraus- als eingeführt werden muss.

Abgesehen davon, dass die Schwellung der Ciliarfortsätze für den Pathologen in späterer Zeit von Bedeutung werden kann, hat sie schon hier eine solche für den Muskeldruck und die Ausfüllung eines sogen. leeren Raumes, wenn man die Masse in Anschlag bringt, welche die Ciliarfortsätze überhaupt vertreten. Hier ist eine anatomische Ansicht ganz am Platze, und man wird das Anziehen längst gekannter Bilder entschuldigen, wenn man sowohl für die Erscheinung im Leben als für einen speculativen Zweck folgende Präparationsmethode noch ein Mal vornimmt. Man entfernt an einem (möglichst frischen) menschlichen Bulbus zunächst die Hornhaut mit etwas Skleralfalz; hierauf zieht man die Iris langsam ringsum los und schneidet endlich mit einer feinen Scheere die Sklera bis zum Aequator vom Spannmuskel und der Chorioidea los, indem man sich immer dicht an die Sklera hält. Dieses Abtragen der Sklera ist eigentlich nicht nöthig, wenn man die Fortsätze von vorn sehen will; es ist aber nothwendig, wenn man zugleich den Spannmuskel von aussen in

seiner Ausdehnung und Lage zu anderen Theilen übersehen will. Zu letzterem Behufe ist es noch besser, ein Stück Iris und Sklera an einer Seite stehen zu lassen, um von der Seite die Insertionsstelle des Spannmuskels und der Iris vor sich zu haben; ebenso kann man ein Stück Spannmuskel in der Breite einiger Linien von vorn bis zu seiner hinteren Grenze abschneiden, nebst den Ciliarfortsätzen langsam mit einer Pincette abziehen und zurücklegen, und nun seitlich in den Petit'schen Canal und die Verhältnisse der Zonula und Linsenkapsel sehen. Nachdem das Auge so präparirt worden ist, legt man es unter (Wasser oder) Spiritus in ein rundes, gut geschliffenes Glas. Durch die Flüssigkeit werden nämlich die Gewebe des Accommodationsmechanismus zum Theil genau so wie im Leben gesehen, und man hat zugleich den Vortheil, eine gute Seitenansicht zu gewinnen, wenn auch die natürliche Spannung nicht vorhanden ist, deren Mangel hier nicht schadet. Deutlicher noch als mit einer monocularen Loupe lassen sich die Verhältnisse mit einer binocularen überblicken, besonders wenn man seitliche (künstliche) Beleuchtung zugleich anwendet, oder, was noch bequemer ist, das reine Sonnenlicht hierzu benutzt. (Man erhält z. B. hier auch eine genaue Ansicht vom hinteren Blatte der Zonula, sowie man von vorn auch die Fältchenerscheinung der Zonula recht deutlich sieht.)

Wenn man nun die Ciliarfortsätze von ihren Spitzen bis nach hinten zur Vereinigung mit der Zonula überschaut und alsdann den dichtstehenden Kranz der kleinen Kolben, die auf dem Querschnitt trauben- oder blumenkohlähnlich (Arlt) erscheinen, zählt, so erhält man im Allgemeinen einen Kranz von 75—85 Fortsätzen, der von Anderen sogar bis 96 seiner Glieder gezählt worden ist. Denkt man sich nun eine mässige Anschwellung dieses Körpers, so wird es schon hierbei klar, dass eine Aenderung in den Verhältnissen seiner Umgebung eintreten muss. Ich habe nun als stärkste Schwellung der Ciliarfortsätze (falls mich mein Augenmass nicht trügt) bei anhaltendem starken Nahesehen und der Calabarwirkung im

Allgemeinen auf $^1/_6$ ihres Volumens geschätzt. Nehmen wir demnach z. B. an, dass statt 72 Fortsätzen beim Nahesehen 84 in demselben Raume stehen, wenn wir die Anschwellung derselben in die ruhenden Ciliarfortsätze, wie sie beim Fernesehen erscheinen, umwandeln, so erhalten wir ein Verhältniss, welches einem corpus cavernosum ähnlich sieht und sowohl fähig ist, einen Raum zu überfüllen, als einen leeren zu ergänzen. Indessen will ich mit diesem allgemeinen Ausspruche nicht etwa gesagt haben, dass ich die Accommodation lediglich mit Hülfe der Ciliarfortsätze geschehen lasse, sondern ich wollte damit nur andeuten, dass wir um die Erfüllung eines leeren Raumes weiter nach hinten zu (im vorderen Theile der Aderhaut) nicht zu besorgt zu sein brauchen, wenn wir mit ziemlicher Sicherheit wissen, dass die Schwellung der Ciliarfortsätze durch einen Druck entsteht; denn wenn dieser durch den Ciliarmuskel geschieht, so muss bei angehaltenem Rücklauf des Blutes in den Fortsätzen secundär ein solcher auch hinter der comprimirten Stelle der Gefässe Statt finden und dieser somit das noch nicht gefundene Vacuum e vacuo erfüllen. Unsere Kenntniss der Schwellung der Ciliarfortsätze lässt wenigstens den grossen Vortheil zu, mit ihr veränderte Raum- und Druckverhältnisse, welche bei der Accommodation im Innern des Auges geschehen, zum Ausgleich bringen zu lassen und mit ihr sowie mit den übrigen Erscheinungen der veränderten Accommodationstheile den accommodativen Vorgang selbst folgendermassen zu erklären:

Bei der Contraction des Ciliarmuskels wird 1. die Zonula nach vorn gehoben und gestattet der Linse, sich an ihrer vorderen Fläche stärker zu wölben. 2. Diese stärkere Wölbung der Linse findet aber nicht lediglich durch die Elasticität derselben Statt, ebensowenig als die Zonula bei ihrem Vorheben nach vorn erschlafft; sondern in demselben Momente der Bewegung dieser wird der Muskel dicker und zieht nicht bloss die mit der Zonula verbundenen Ciliarfortsätze etwas nach vorn, sondern drückt dieselben an ihrer Wurzel zu-

gleich gegen den untenliegenden vordern Theil des Glaskörpers. Die Ciliarfortsätze schwellen 3. hierdurch an und die Linse erhält durch das Dickerwerden des Muskels, die Schwellung der Ciliarfortsätze und die gleichzeitige (relative) Spannung des Glaskörpers*) und Petit'schen Raumes einen seitlichen Druck, der sowohl ihre Vorderfläche nach vorn, als auch ihre Hinterfläche nach hinten (wenn auch wenig) stärker krümmt.

Diese Theorie wird im pathologischen Theile noch weitere Ausführung und Unterstützung erhalten.

Beim Rückgange des Ciliarmuskels und Accommodationsapparates zu seiner Ruhe treten zuerst die geschwollenen Ciliarfortsätze im Volumen zurück; alsdann folgt die Bewegung ihrer Körper gleichzeitig mit der Zonula nach rückwärts; die letzte Bewegung zur Ruhe zeigt die Linse an ihrem Rande im Petit'schen Raume.

Die Druckverhältnisse der vordern und hintern Augenkammer sind schon mehrfach bei der Accommodation berücksichtigt worden. Helmholtz hat für die vordere Kammer ausgesprochen, dass der Druck in derselben vermindert sein werde, wenn Ciliarmuskel und Iris zusammenwirken. Kein Beispiel scheint mehr dazu angethan zu sein, diess zu bestätigen, als die Beobachtung von Förster (Sitzung der Ophth. zu Heidelberg 1864), dass man bei geöffneter vorderer Augenkammer an Hornhautwunden mit capillar durch Wasser erfüllter Oeffnung oder an Geschwüren mit kraterförmigem Grunde, in welchem Flüssigkeit steht, ein Vor- und

*) Dass der Glaskörper incompressibel ist, ist eine alte Ansicht und vom physikalischen Standpunkte auch richtig. Da aber der Glaskörper Zellen in sich birgt (man mag streiten über ihre Qualität, ihr Bestand ist gesichert), so sind auch diese Zellen in ihrer Ernährung, ihrer Aufnahme und Abgabe, nicht bloss abhängig von gefässhaltigen Mutterböden, sondern auch vom Druck, die Incompressibilität des Glaskörpers mithin relativ.

Zurückweichen der Flüssigkeit beim Ferne- und Nahesehen beobachtet, sodass das Zurücktreten des Wassers nach der Kammer zu stets mit dem Nahesehen zusammenfällt. Diess könnte man mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auf den vermehrten Glaskörperdruck und Ausweichen von Retinalblut aus dem Auge zurückführen; Förster hat der Erscheinung aber eine andere Erklärung gegeben, indem er bei der Accommodation für die Nähe in der hintern Kammer selbst durch die Contraction des Ciliarmuskels einen kleinen leeren Raum entstehen lässt. Ich kann die interessante Beobachtung von Förster bestätigen, da ich in einer Hornhautfistel bei einer jungen Frau die Flüssigkeit beim Nahesehen zurücktreten, beim Fernesehen aber vortreten oder ausfliessen sah. Der Erklärung Förster's kann ich mich nach meiner Anschauung über den Accommodationsvorgang zwar nicht anschliessen; ich vermag aber auch überhaupt nicht die ganze Erscheinung auf eine Druckverminderung in den Augenkammern in dem von mir gesehenen Falle zurückzuführen, denn bei der Person beobachtete ich nebst Anderen, dass das Auge etwas aus der Augenhöhle vortrat, sowie sie für die Nähe accommodirte, jedoch wieder zurücktrat, wenn sie in die Ferne sah. Es ist wenigstens leicht möglich, dass in diesem Falle beim Zurückziehen des Auges durch die Recti der Bulbus hinten etwas an das Fettpolster oder den Sehnervenstiel angestemmt, diese Wirkung beim Vortreten aber wieder aufgehoben wurde. Für den normalen geschlossenen Augapfel müssen wir jedenfalls noch weitere Thatsachen abwarten oder aufsuchen, wenn wir über die noch unklaren und schwierig zu erforschenden Druckverhältnisse ein ziemlich sicheres Urtheil fällen wollen.

BIBLIOTECA CENTRALA
MAY 23 1905
BIBLIOTECA

Für die weitere Kenntniss der Wirkung des Ciliarmuskels wird es nun von Nutzen sein, wenn wir untersuchen, ob derselbe vielleicht einer sogen. negativen Accommodation vorstehen könne. Diese würde eine (active) Contraction für die Ferne voraussetzen, wie sie Henke durch die Längs-

fasern allein entstehen liess. Um diess zu erforschen, beobachtete ich am normalsichtigen iridektomirten Auge zunächst, wie weit die Spitzen von einer Anzahl Ciliarfortsätzen bei einem bestimmten Stande des Beobachters zum fernsehenden Auge vorragten. Hierauf wurde mehrmals von einer Lösung Atropin (gri—ʒi) eingetröpfelt und nach vollendeter Wirkung das Auge untersucht. Hier zeigte sich, dass die Ciliarfortsätze weiter nach hinten zurückgewichen waren, als diess beim grössten Fernesehzustande des Auges der Fall war. Ist hiermit die active Contraction von Faserpartieen des Muskels erwiesen? Nach meiner Ueberzeugung nicht; denn mit dem Stande der Ciliarfortsätze beim äussersten Fernesehen ist noch nicht bewiesen, dass der Muskel so zur Ruhe gebracht ist, wie es durch Atropin geschieht; das Analogon hierzu haben wir bereits in der Iris, die sich nie von selbst so weit zurückzieht, als es auf Atropin geschieht. Ausserdem aber beweisen starke Lösungen von Calabar, dass wir mit denselben höhere Grade von Myosis und Tensorwirkung hervorbringen können, als diess je beim Nahesehen geschieht, und man hat ja an verschiedenen Personen, an welchen Versuche mit Calabar angestellt wurden, bereits auch einen grössern Nahepunkt als den physiologischen gefunden. Ich kann daher der negativen Accommodation des Ciliarmuskels durch active Muskelwirkung einzelner seiner Partieen von meinem Standpunkte aus nicht das Wort reden; hiermit will ich aber nicht leugnen, dass es einen gewissen Grad von negativer Accommodation in passivem Sinne gebe, und zwar durch zwei verschiedene Ursachen bedingt. Erstens haben manche Menschen eine grosse Gewandtheit oder Gewalt über sich, so dass sie ihre Muskelorgane durch den Willen viel weiter in den passiven Zustand zurückführen können, als diess andern Menschen möglich ist. Es geschieht diess durch Nerveneinfluss, und ist auch bereits bekannt, dass die Ciliarmuskelwirkung an die Oculomotoriuswirkung gradweise gekettet ist. Diess ist neuerdings durch Versuche an Thieren von v. Trautvetter (Arch. f. O. XII. Bd. S. 146) nachgewiesen worden, und schon die willkürliche

Convergenz der Sehaxen lehrt, dass das menschliche Auge hierbei mehr für die Nähe eingerichtet wird. Wenn man sich nun ferner als Normalsichtiger übt und bei Convergenz der Sehaxen durch Willenseinfluss die Ciliarmuskelwirkung von dem Convergenzzwange der Axenstellung befreit, so kann man, wie z. B. ich, trotz bedeutender Convergenz jede beliebige Schrift, rein und scharf, wenn auch etwas kleiner als gewöhnlich gesehen, ohne Anstoss lesen. Czermak hat diess schon früher erwähnt, und man überzeugt sich leicht davon, wenn man eine Druckschrift zu dem Versuche wählt, welche sehr schmale Zeilen hat, und diese Schrift (der Doppelbilder wegen) auf ein grosses weisses Blatt Papier legt. Ist dieses Loslassen der Ciliarmuskelwirkung bei Convergenz der Sehaxen möglich, um so mehr wird es dem darin Geübten bei parallelem Stande derselben sein, und hierdurch halte ich, doch natürlich nur bis zu einem gewissen Grade, die Annahme einer negativen oder passiven Accommodation für zulässig. Wer sich viel mit kleinen Objecten in der Nähe beschäftigt oder durch Instrumente (z. B. das Mikroskop) das Auge kurzsichtiger macht, wird übrigens bemerken können, dass man trotz aller Normalsichtigkeit einige Zeit nachher an einem solchen physiologischen Ciliarmuskelkrampf leidet, dass man Mühe hat, mit Willkür deutlich in die Ferne zu sehen. Ich wenigstens habe diess oft an mir und namentlich dann beobachtet, wenn ich viel bei sehr hellem künstlichen Lichte untersucht hatte. Die Abstellung dieses Krampfes fand ich mit der Wirkung der Mydriatica der Zeit nach so übereinstimmend, dass ich den Zustand und seine Veränderung nicht auf Hyperästhesie der Retina (als primäre Erscheinung oder Reflexursache) zurückführen konnte. Der Einfluss des Lichtes (in der Reflexwirkung von der Retina aus) ist aber auch bei der Ciliarmuskelwirkung zu beachten, denn im Allgemeinen ist dieses Verhältniss weniger für den Ciliarmuskel, als für die Iris hervorgehoben worden. Ich glaube aber, dass das Licht denselben Einfluss auf den Ciliarmuskel wie die Iris hat; ich habe nämlich durch Versuche an mir bei Anwendung einer

dunklen Atmosphäre durch zwei Nicol'sche Prismen gefunden, dass man die Schrift hier immer in die Entfernung halten muss, bei welcher sich noch die meisten Strahlen auf der Netzhaut vereinigen, d. h. der Nahepunkt liegt ohne die dunkle Atmosphäre näher, als bei Anwendung derselben. Man kann gegen diesen Versuch allerdings einwenden, dass die Pupille bei demselben einen grössern Durchmesser erhält; allein auch bei der Erzeugung einer etwas erweiterten Pupille durch Mydriatica habe ich an mir beobachtet, dass ich eine Schriftprobe bei intensiver Beleuchtung derselben schärfer sehe, als bei geringerer Beleuchtung.

Die negative Accommodation lässt sich aber noch auf eine andere Weise und zwar durch active Muskelcontraction unterstützen, wenn man von dem Postulate absieht, dass man mit negativer Accommodation die Fälle von Hypermetropie erklären will. Diess kann mir um so weniger in den Sinn kommen, als ich seit einer Reihe von Jahren Hypermetropen (als man sie noch Hyperpresbyopen nannte) durch Vorhalten schwacher Convexgläser bei der Augenspiegeluntersuchung objectiv gemessen habe; ich gebe daher auch zu, dass ein guter Theil der Th. Weber'schen Untersuchungsresultate über negative Accommodation auf Hypermetropen fällt; deshalb aber allen Einfluss der äussern Augenmuskeln und namentlich der geraden auf dieselbe leugnen zu wollen, halte ich nicht für gerechtfertigt. Denn um was handelt es sich bei der Annahme und der Beurtheilung des Begriffs negativer Accommodation? Um nichts weiter, als die Verminderung der convexen Oberfläche der Linse im Zustande ihrer Ruhe. Es ist nun bekannt, dass äusserer Druck, ebenso der erhöhte intraoculare die Linse (und Hornhaut) flacher macht*); es ist ferner bekannt, dass man bei vielen Menschen die Augen im Nahesehen etwas vorrücken, beim Fernesehen etwas zurücktreten sieht. Diese letztere Thatsache hat zwar bis jetzt wenig Beachtung gefunden (vergl. Glaucom, Entzündung und die

*) Vergl. Helmholtz, Arch. f. O. Bd. I. 2. Abth. S. 16.

Autopsie mit dem Augenspiegel. Leipzig 1859. S. 52. Anm. 5), sie ist aber zum Theil schon zwei Mal wissenschaftlich bestätigt worden, indem Rudolph Wagner (Ruete, Lehrb. d. Augenkr. S. 212) nach Durchschneidung des Oculomotorius und Opticus und Reizung der beiden Musc. obliqui ein Vortreten, v. Trautvetter aber durch Reizung des Oculomotorius allein ein Zurücktreten des Bulbus gegen die Orbita beobachteten; und v. Trautvetter (a. a. O. S. 121), der nach seinen zahlreichen Untersuchungen gewiss eine hinreichende Dexterität im Experimentiren erlangt hat, sagt ausdrücklich, der Bulbus werde bei Reizung des Oculomotorius stark nach hinten gezogen; ebenso wahrscheinlich ist es, dass durch vorzugsweise hierzu intendirte Wirkung des Oculomotorius der Bulbus von hinten her beim Zurückziehen einen Druck durch das Polster der Orbita und durch den Opticusstiel erhalten kann, der das Auge zum Fernesehen geeigneter macht. Rechnet man hierzu noch den Einfluss des Orbicularmuskels der Augenlider durch seinen Druck von vorn, das Gefühl von einer gewissen Spannung bei intendirtem und anhaltendem Fernesehen in der Augenhöhle, die Ermüdung nach längerem Fixiren sehr entfernter Objecte, sowie den Umstand, dass man bei zu nahe gehaltenen Objecten dieselben durch langsames Zukneipen der Lider nur noch undeutlicher macht, so hat man der Wahrscheinlichkeitsgründe für jene Art von Accommodation genug. Fick (Phys. S. 197) hat diesen Abschnitt der Accommodationslehre bereits so ausführlich behandelt, dass wir von einer weiteren Erörterung desselben hier absehen können; wir brauchen ihn aber als ganz nöthigen Vordersatz, wenn wir erklären wollen, warum manche Staaroperirte zuweilen so Ausserordentliches in ihrem Anpassungsvermögen leisten. Die Literatur weist in Maunoir, Holke, Ritterich, Arlt, Stellwag u. A. davon Beispiele genug auf; ich will mich der Kürze wegen hier an eines halten, welches ich selbst kennen gelernt und früher ein Mal beschrieben habe (a. a. O. S. 52. Anm. 5). Eine Jungfrau in den 50er Jahren, Namens K. aus D. in Sachsen, war von einem Arzte mittels

Depression vom Staar befreit worden, hatte aber nachträglich eine bedeutende Trübung durch zähen Kapselstaar bekommen, der von mir durchschnitten wurde. Als die Frau entlassen werden sollte, wurden Versuche mit Staargläsern gemacht. In die Ferne sah die Kranke schon ohne Gläser sehr befriedigend; $+2^1/_2 — 2^1/_4$ strengte aber beim Lesen sehr an. Die Kranke wurde nun im aufrechten Bilde mit dem Augenspiegel untersucht, und es ergab sich durch Anwendung positiver Gläser, dass sie früher myopisch gewesen sein musste, was sie alsdann selbst erklärte, und zwar nach einer Brille, die ich mir später zeigen liess, $— ^1/_{10}$). Ich liess sie daher mit blossen Augen lesen, und sie las selbst Jäger No. 4 ohne Anstoss. Wir machten hierauf Versuche auf Accommodation und hielten ihr abwechselnd No. + 8 (selbst + 6) und — 8 vor. Die Kranke las die Schrift auf alle drei Weisen mit gleicher Schnelligkeit und in gleicher Distanz (von 7 Zoll)„ sie bemerkte jedoch selbst, dass ihr das Lesen ohne Concavgläser lieber sei als mit denselben, weil sie eine gewisse Anstrengung der Augen bei ihrer Anwendung fühlte. Diese Leistung habe ich wiederholt geprüft und Alles dabei notirt, was für Accommodation wichtig sein könnte. Aus Vorsicht habe ich dieselbe aber früher nur als aussergewöhnliches Sehvermögen nach einer Staaroperation bezeichnet; nach einer historischen Forschung der von andern Autoren angegebenen Fälle ähnlicher Art und nach meinen jetzigen Ansichten über den Fall, auf Grund einer nachträglich geschehenen Untersuchung des Augenhintergrundes aber habe ich die bestimmtere Bezeichnung: Anpassungsvermögen für das Aussergewöhnliche des Sehvermögens angenommen. Alle die Fälle nämlich, die man bis jetzt beobachtet hat, beweisen mit wenig Ausnahmen, dass die Kranken früher kurzsichtig waren. Unser Fall wurde als solcher objectiv festgestellt und hatte noch die Complication, dass sich um den N. opt. jedes Auges eine ausgedehnte Druckatrophie der Aderhaut mit allmählich absteigender Ektasie der Sklera am äusseren Rande des Sehnerven vorfand. Da man nun, wie Volkmann hervorgehoben hat, auch bei dem

Vorhandensein von Zerstreuungskreisen noch lesen, d. h. schlecht sehen und doch richtig erkennen kann, so habe ich die Kranke wiederholt gefragt, ob die Schrift unter der Anwendung der Hohlgläser nicht viel verwaschener aussehe, als ohne dieselben; sie antwortete aber, sie könne die Schrift ebenso scharf, aber nur mit dem Gefühl von Anstrengung sehen. Ich habe dieselbe ferner bei nur schwach erweiterter Pupille im umgekehrten Bilde untersucht und beim Sehen in die Ferne und die Nähe wiederholt gefunden, dass sich das Flammenbild im Augengrunde beim Nahesehen ein Weniges verkleinerte, beim Fernesehen aber wieder vergrösserte; ich kann mithin nach dieser nachträglichen Untersuchung nicht anders, als eine wirkliche Accommodationsveränderung annehmen, die alle genannten Verhältnisse erklärt. Hier gibt es nun bloss zwei Möglichkeiten, welche bei dem nachgewiesenen Mangel der Linse die Accommodation bedingen konnten, entweder nämlich es vermittelte eine schnell geheilte, convexe Oberfläche des Glaskörpers an Stelle der früheren Glashaut unter dem Einfluss des Ciliarmuskels bei langer optischer Axe die Accommodation, oder dieselbe wurde durch die äussern Augenmuskeln hergestellt. Für die letztere Ursache konnte man geltend machen, dass die Kranke früher kurzsichtig gewesen war ($^1/_{10}$), dass sie einen sehr weichen Bulbus überhaupt und einen zum Theil ektatischen hinteren Bulbusraum hatte; solche Verhältnisse können den Einfluss äusserer Augenmuskelwirkung unbedingt begünstigen. Hält man nun fest, dass auch hier eine Vor- und Rückwärtsbewegung der Augen beim Nahe- und Fernesehen beobachtet wurde, dass die Kranke am liebsten ohne alle Gläser oder mit + 8 leichter, mit weniger Anstrengungsgefühl als bei — 8 las, so wird es wahrscheinlich, dass durch Zurückziehen des Bulbus durch die Recti und Druck von hinten das Auge weitsichtiger, durch Vorziehen des Bulbus durch die Obliqui und das Aufhören jenes Druckes und geringe Verlängerung der Augenaxe aber der Bulbus zum Nahesehen geeigneter gemacht wurde.

Ich würde den Fall nicht noch ein Mal hier beschrieben

haben, wenn mich nicht, wie schon gesagt, die nachträgliche Augenspiegeluntersuchung, die unzweifelhafte Bildverkleinerung beim Nahesehen zu einer Mittheilung in dieser Abhandlung veranlasst hätte; denn im Allgemeinen erntet man mit der Beschreibung solcher Fälle, die für Accommodation linsenloser Augen sprechen, mehr Misstrauen als Beifall; man hat mir sogar erwidert: wenn eine supplirende Wirkung der äussern Augenmuskeln für eine Accommodation nach der Staaroperation angenommen werden solle, so müsste man doch schon vor der Operation etwas davon bemerken können. Sehr richtig sagte aber in Bezug auf letzteren Punkt einst ein vorzüglicher Gelehrter zu mir: „Ich habe jetzt mit meinen Linsen schon keine Accommodation mehr; wie wollte man diese nun beweisen, wenn ich am Staar operirt worden wäre?“ Hierin liegt viel Wahres; denn der nächste Hauptgrund, warum sich die Accommodation nach der Staaroperation bisher so wenig Gläubige verschafft hat, liegt vor Allem in ihrer Seltenheit. Geht man den Ursachen dieser auf die Spur, so findet man, dass viele operirte Augen zu presbyopisch gebaut sind und bei alten Leuten die Sklerotika zu senil oder rigid ist, als dass sie noch etwas für Formenveränderung leisten könnte, daher ich in meinem Falle die geringe Resistenz des Bulbus, sowie die Ektasie, die lange Augenaxe betonte. Sind die operirten Augen aber in den Geweben noch jugendlich und mehr oder weniger kurzsichtig gebaut, so würde man bei manchen derselben wahrscheinlich mehr von Accommodation bemerken, wenn man ihnen eine längere Zeit Gläser ganz entzöge, was man natürlich aus verschiedenen Gründen nicht thut. So bekannt es ist, dass äusserer Druck des Auges die Linse im Innern abflacht, so scheint es mir zu Gunsten einer Accommodation nach der Staaroperation bisher doch nicht direct ausgesprochen worden zu sein: dass, wenn in einem physiologischen Auge eine äussere Muskelwirkung durch Druck nur Presbyopie erzeugen kann, umgekehrt eine Bedingung zu jener Accommodation die Aphakie selbst ist, durch welche die äussern Muskeln erst zur Wirkung gelangen können, falls

die Bulbuskapsel auch hinreichende Dimensionen und Nachgiebigkeit für einen Druckwerth bietet. — Hätte ich an jener Kranken etwas von Bildveränderung an der Stelle der früheren fovea lentis selbst beobachten können, so würde ich es mit grosser Befriedigung zur Erklärung der Accommodation durch Veränderung der Glaskörperoberfläche aufgenommen haben; allein diess war mir nicht möglich.

Endlich waren aber die erhaltenen Resultate, die ich mitgetheilt, auch deshalb bewundernswerth, weil sie bei mässig erweiterter Pupille eben so genau ausfielen. Arlt hat übrigens an einem jungen operirten Manne, der nicht kurzsichtig gewesen war, gefunden, dass er Jäger No. 8—9 mit $+3^1/_2$ in der Distanz von 6—27″ bequem, und noch bei 30″ Entfernung, wenn auch mit Anstrengung, lesen konnte, ausserdem aber auch die Zeiger einer wenigstens 500 Schritte entfernten Thurmuhr sah (Augenkr. III. S. 228). Aehnliches haben Beer, Holke in seiner Dissertation, Maunoir in den Ann. d'an IX. pag. 14, Stellwag (Zeitschr. Wiener Aerzte 1850. 3. H. S. 159) mitgetheilt.

Die Ciliarmuskelwirkung ist also nach unsern Untersuchungen in toto eine active. Diess wurde früher schon dadurch wahrscheinlich gemacht, dass der Linsenrand noch eine kurze Zeit Bewegung zeigt, nachdem das Auge das ferne Object bereits erreicht hat. Es wird aber diese einseitige active Wirkung auch dadurch bewiesen, dass man mit der Contraction alle Grade des Vortretens der Ciliarfortsätze bis zum Nahepunkt und stärksten Vortreten derselben bemerken, die Fortsätze beim Fernesehen aber ein und denselben Stand bewahren und nicht weiter zurückgehen sieht, wenn man nicht stärkere Dosen von Atropin anwendet. Allein selbst das Atropin spricht für jene einseitige active Wirkung, da durch dasselbe die Accommodation aufgehoben wird und gar kein Vortreten der Ciliarfortsätze mehr Statt findet, während man an diesen bei der Fixirung zwischen zwei hintereinander liegenden ferneren Gegenständen von Seiten des Kranken doch noch eine schwache Bewegung derselben wahrnimmt. Diese Beweis-

gründe werden unterstützt durch die Untersuchungen von Volkmann, Vierordt und Aeby, nach welchen die Accommodation von fern auf nahe schneller geschieht, als umgekehrt. Diese Thatsache kann ich durch eigene Versuche bestätigen, die ich an mir und Andern angestellt und mit der Zeit verglichen habe, welche ein Linsenrand an einem iridektomirten Auge noch braucht, ehe er bei völligem Stillstande des Auges in Ruhe kommt. An mir habe ich gefunden, dass ich bei der Accommodation von einem fernen Gegenstande in die Nähe von 7 Zoll (Object feine Schrift) 2 Secunden, umgekehrt aber 3—3½ Secunden Zeit brauche. Diese subjectiven Versuche wurden verglichen mit objectiven durch den Augenspiegel, indem ich einen jungen Normalsichtigen die Objecte in derselben Distanz fixiren liess, während ich die Schnelligkeit der Accommodation an feinen Gefässen des Opticus prüfte. Hier erhielt ich dasselbe Zeitenresultat wie bei mir. Bei einem jungen Iridektomirten endlich, der mit dem Mikroskop beobachtet wurde, bewegte sich der Linsenrand von dem Moment an gerechnet, wo das Auge das ferne Object erreicht hatte, immer noch 2 Secunden. Diese Versuche wurden sämmtlich durch eine an das Ohr gebundene Secundenuhr ausgeführt, bei welcher der Secundenschlag allemal mit dem Ablauf des Auges von einem Objecte zum anderen als Accommodationsanfang galt. Diese Methode halte ich aus dem Grunde für richtig, weil man mit dem Augenspiegel nachweisen kann, dass das Auge schon von dem Moment der Bewegung an, die es macht, sich bereits einstellt und unterwegs bis zum andern Objecte die Accommodation vollendet. Nun kommt es hierbei allerdings auch auf die Schnelligkeit oder Gewandtheit an, mit welcher ein Auge von einem Punkte zum andern springt, und hierdurch wird jenes Mass etwas relativ; der Unterschied ist aber nicht erheblich, und wer anders zählt, als vom Ablaufen des Auges vom nahen Objecte an, der zählt meiner Ansicht nach falsch. Meine Differenz zu Aeby ist für den Uebergang der Näheaccommodation zum Fernepunkte allerdings beträchtlich, wenn er für 115—430 Mm. 1,2 Sec. als

Resultat gefunden hat; indessen sind die Resultate an verschiedenen Personen in der That verschieden, und die Augenärzte kennen sogar eine gewisse Grenze, wo diese Langsamkeit der Accommodation als pathologisch angesehen und von manchen Kranken selbst erkannt wird.

Für die Thatsache, dass nur bei der Accommodation für die Nähe eine active Wirkung des Ciliarmuskels (mit einer sie begleitenden Empfindung) vorhanden ist, hat ferner Wundt ein bestätigendes Experiment angegeben.

Wundt (Beiträge zur Theorie der Sinnesw., 4. Abth. Abh. 3) hat nämlich durch Näherung und Entfernung eines schwarzen Fadens vor einer weissen Wand, nach welchem nur ein Auge durch eine geschwärzte Röhre hinsah, gezeigt, dass innerhalb der Accommodationsgrenzen die Feinheit der Unterschiedsempfindung für die Annäherung auffällig grösser ist, als die Unterschiedsempfindung für die Entfernung, und hat gefunden, dass letztere erst mit der zunehmenden Vergrösserung des Netzhautbildes eintritt, während jene davon unabhängig ist; denn es wurde von ihm ermittelt, um welche kleine Distanz der Faden genähert und entfernt werden musste, damit der Beobachter die Distanzveränderungen eben noch wahrnehme. Dieses Experiment liefert zugleich einen Beleg dafür, dass die Ciliarmuskelwirkung eines Auges in einem gewissen Grade zur Schätzung der Tiefenentfernung von Objecten dienen kann.

Endlich lehrt auch das Accommodationsphosphen nach Czermak, dass der Culminationspunkt der Ciliarmuskelwirkung auf der activen Seite derselben liegt und selbst dann, wenn später noch eine active Wirkung für die Ferne gefunden werden sollte, die Contraction bei der Näheaccommodation immer die Oberhand in der Mächtigkeit behalten würde. Nach meiner Ueberzeugung ist nämlich das Accommodationsphosphen eine Druck-(oder Zerrungs-)erscheinung der Netzhaut beim höchsten Grade der Ciliarmuskelcontraction. Diess hat schon Wundt (Physiol.) angenommen; Czermak aber glaubt, dass es erst in dem Moment auftrete, wo die Contraction nachlässt und der Beobachter schnell in die Ferne sieht. Ich habe das

Phosphen an mir nicht zu allen Zeiten hervorbringen können, habe es aber mehrere Male so gesehen, wie es Czermak (und später Becker) beschrieben hat; wahrscheinlich hängt diess von einem bestimmten Grade von Spannung im Auge oder einer verschiedenen Empfindlichkeit der Netzhaut ab. Eins aber habe ich schon beim ersten Male der Wahrnehmung bemerkt, dass man nämlich im Finstern gar nicht genau bestimmen kann, wenn die Contraction des Muskels aufhört und das Fernesehen angeht, denn das subjective Gefühl für den plötzlichen Nachlass des Muskels fehlt mir wenigstens im dunklen Raume ganz. Ich suchte daher durch Fixation einer entfernten Gasflamme mit starker Convergenz der Augen und nachträglicher schneller Accomodation für die Ferne zu ermitteln, wie sich die Doppelbilder der Gasflamme hierbei verhalten würden. Bei diesem Experimente zeigte sich, dass in dem Zeitmoment, in welchem man denkt, man lässt den Ciliarmuskel los und accommodirt schnell für die Ferne, die Doppelbilder der Flamme erst noch ein Stück und zwar bis zu ihrer grössten Distanz auseinanderfahren, statt sich zu nähern Der Ciliarmuskel übt daher da, wo man im Finstern schon für die Ferne zu accommodiren glaubt, noch eine Zusammenziehung aus und befindet sich bei dem Experimente somit im höchsten Grade seiner Wirkung, durch welche jenes Phosphen entsteht.

Schliesslich muss ich aber auch noch die Elektricität zum Beweise der einseitigen activen Ciliarmuskelwirkung anführen. Solange ich praktizire, habe ich Accommodationsparesen (mit und ohne Complication von Lähmung äusserer Muskeln) mittels Elektricität behandelt und solche Resultate erhalten, dass ich kein sichereres Mittel für die Lähmung des Ciliarmuskels kenne; allerdings habe ich zu vollkommenen Heilungen stets eine lange Zeit gebraucht (6—10 Monate); allein selbst da, wo die Parese nicht völlig beseitigt wurde, hatte die Elektricität die gradige, nur theilweise Heilung sowohl des gelähmten Ciliarmuskels als der Sphinkters der Iris allein bedingt. Es hat übrigens schon L. Fick die Bewegung der Ciliarfortsätze bei Anwendung der Elektricität an Thieraugen von allen Beobachtern zuerst ge-

sehen und Cramer später die Contraction der Iris und des Ciliarmuskels am ausgeschnittenen Seehundsauge dargethan.

In seiner Innervation wird der Ciliarmuskel vom Oculomotorius beherrscht, obgleich man ihn willkürlich, wie bei starker Convergenz der Sehaxen, zum Theil von dieser Beherrschung lösen kann. v. Trautvetter hat dieses Innervationsverhältniss besonders an Vögeln zur Evidenz erwiesen; jedoch dürfte wohl, trotzdem Trautvetter's Resultate für einen Einfluss des N. trigeminus wie des Sympathicus auf Contraction des Ciliarmuskels durch isolirte Reizung jener negativ ausfielen, der mögliche Einfluss auch dieser Nerven auf den Muskel vor der Hand nicht ganz abzuweisen sein; denn die Pathologie hat verschiedene Gründe, eine solche Wirkung anzunehmen. Allerdings muss man in der Beweisführung durch pathologische Fälle vorsichtig sein, da dieselben zuweilen complicirt und in der Ursache nicht immer ganz rein zu verfolgen sind. Am bekanntesten und häufigsten ist jedoch die Accommodationsparese bei Oculomotoriuslähmung, und obgleich wir nach v. Gräfe wissen, dass sie bei Lähmung aller Muskeln fehlen kann, kann sie zuweilen doch für sich auch nachkommen, nachdem die Parese des Oculomotorius oder einzelner Muskeln bereits geheilt ist. Diese Fälle sind allerdings selten und meist von übler (centraler) Bedeutung. Unter diesen beobachtete ich z. B. einen Kranken, der an isolirter Parese des Obliquus inferior litt. Der Kranke hatte die Diagnose schon von einem jungen Augenarzte gehört, den er zuerst auf einer Reise consultirt hatte. Er bot nämlich keine Erscheinung weiter dar, als dass das linke Auge, wenn er gerade nach oben und nach oben und aussen sehen wollte, sofort nach aussen wich und unter dieser Stellung stehen blieb. Alle übrigen Bewegungen waren ungestört, auch klagte der Kranke bei meinen Versuchen nicht über Doppeltsehen, wenn ich die Divergenz hervorgerufen hatte, da das Doppelbild sehr peripherisch gelegen war. Die Lähmung wurde in Zeit von fünf Wochen durch Elektricität geheilt, einige Monate später aber kehrte der Kranke mit Mydriasis und Accommodationsparese wieder.

Pathologisch-physiologischer Theil.

Mit zunehmendem Alter nimmt das Accommodationsvermögen bekanntlich ab, und Mac Gillavry (Onderzoekingen over de hocgrootheid der Accommodatie. Diss. Utrecht 1858) hat als frühesten Termin der Abnahme des Accommodationsvermögens für die Nähe schon das 15. Lebensjahr gefunden. Trotzdem kann man die beschriebenen Accommodationserscheinungen im Auge Iridektomirter im Allgemeinen auch noch in den 40er und 50er Jahren deutlich beobachten, sofern nur eine gewisse Accommodationsbreite noch vorhanden ist. Ich habe auch Siebziger zur Untersuchung benutzt, die wegen chronischen Glaucom operirt worden waren. Allein mit der Abnahme der (subjectiven) Accommodationsbreite bemerkt man allerdings, dass die Ciliarfortsätze zwar noch die bekannte Bewegung zeigen, der Linsenrand weicht jedoch im Verhältniss zu jungen Personen entweder gar nicht oder nur sehr wenig von der Peripherie nach innen zu. Ja man könnte sogar bei hochgradigen Presbyopen über die richtige Auffassung der Erscheinungen am Accommodationsmechanismus irre geführt werden, wenn man diese nicht mit denen in der Jugend vergleichen wollte. Indem die Ciliarfortsätze ungestört vorwärts bewegt werden, gleichzeitig aber der Zonularaum nicht dem entsprechend vergrössert oder breiter wird, könnte man nämlich von hier aus allein glauben, der Zonularaum würde bei der Näheaccommodation überhaupt schmäler. Diess ist für das stärker presbyopische Auge wohl richtig, aber auch nur relativ im Allgemeinen. Wo nämlich noch eine gewisse Accommodationsbreite vorhanden ist, findet auch eine verhältnissmässig geringe Bewegung der Linse nach ein-

wärts Statt; die Bedingung ihrer sichern Beobachtung ist dann aber, dass man zunächst für eine möglichst gleiche Stellung des untersuchten Auges zum Beobachter während der Accommodation desselben von der Ferne zur Nähe achtet und unausgesetzt keinen andern Punkt fixirt, als eben den Linsenrand. Thut man dieses nicht, sondern sieht sich die Veränderung im Ganzen, oberflächlich an, so wird durch das verhältnissmässig stärkere Vorrücken der Ciliarfortsätze gegen den Linsenrand der Zonularaum kleiner oder schmäler. Um also ein richtiges vergleichbares Mass für die Accommodationsbreite dieser Augen zu den jugendlichen normalsichtigen zu finden, muss man sich genau an die obengenannte Vorschrift halten, und ich zweifle nicht, dass man die Richtigkeit derselben anerkennen wird, wenn man hierüber Donders (An. d. Acc. u. Refr. S. 26) hört: „Hätte man die Nothwendigkeit gefühlt, sich ein solches Mass der Accommodationsbreite zu schaffen, es würde nicht schwer gewesen sein.“ Die Presbyopie bietet in der geringen Bewegung der Linse ein recht schätzenswerthes Mass, um zu bestimmen, dass die Verminderung des Linsenumfanges bei der Näheaccommodation des jugendlichen (normalen) Auges zum grössten Theil die Verbreiterung des Zonularaumes bedingt, sowie sie auch lehrt, dass die geringere Bewegung des Linsenrandes wirklich auf Verminderung der Elasticität durch Härterwerden der Linse im Alter beruht, was man schon längst (nach der Staaroperation) vermuthet hat. Merkwürdig und schwer erklärlich erscheinen daher diesen Thatsachen gegenüber die Fälle, wo die Presbyopie in den spätern Lebensjahren in Myopie übergeht. Ich haben einen hiesigen Beamten mehrmals in seinen 70er Jahren behandelt, der bis zum Jahre 1851 noch Convexbrillen beim Sehen in der Nähe brauchte; dieselben hatte er, wie er sagte, 5 Mal gewechselt oder verstärkt und zuletzt +22 getragen; vom Ende der fünfziger Jahre bis zum Jahre 1863 hatte sich sein Gesicht allmählich so verändert, dass er die positiven Gläser immer weniger, im letztgenannten Jahre aber endlich gar nicht mehr zum Sehen in die Nähe für nöthig gefunden

hatte. Gleichzeitig hatte er aber auch bemerkt, dass das Sehen in die Ferne gleichen Schrittes undeutlich geworden sei, und als ich ihn näher kennen lernte und untersuchen konnte, las er in der Sehweite von 8 Zoll kleine Schrift ganz gut und gebrauchte —24 für die Ferne. Die Myopie wurde nun auch durch die objective Untersuchung bei erweiterter Pupille mit den entsprechenden Gläsern, unmittelbar vor das Auge des Mannes gestellt, gemessen; bemerkenswerth aber war es, dass derselbe nicht näher als in 8 Zoll Entfernung die Schriftproben bestehen konnte. Aehnliche Beispiele habe ich aus den Protokollen eines hiesigen optischen Instituts gezogen, in welchem seit einer längern Reihe von Jahren über ein und denselben Brillenbedürftigen Notizen über den Fortschritt von Myopie und Presbyopie, sowie über das Umschlagen der Presbyopie in Myopie geführt worden waren. Diese letztern Fälle bleiben aber immer in ein gewisses Dunkel gehüllt, wenn man den Kranken nicht von Beginn der Accommodations- oder Refractionsveränderung an hat beobachten, d. h. messen können; denn nach dem, was ich bis jetzt hierüber in Erfahrung gebracht, kommt es vorzüglich auf eine genaue Bestimmung des Nahepunktes an, um über die Art der Veränderung eine Entscheidung zu führen. Es kann nämlich der Fall eintreten, dass sich trotz fortbestehender Presbyopie die Myopie oder das Hereinrücken des Fernepunktes im höhern Alter entwickelt. Diess geht recht deutlich aus folgendem Beispiele hervor, welches ich im Jahre 1866 zu beobachten Gelegenheit hatte. Die Mutter eines Freundes von mir, Frau S., 65 Jahre alt, von hier, wurde im Jahre 1863 wegen Trachom der Conjunctiva beider Augen von mir behandelt. Nach Ablauf der Krankheit hatte sie zwar ausgezeichnet in die Ferne gesehen, sich später aber für die Nähe +28 von einem hiesigen Optiker geben lassen. Diese Nummer hatte sie bis zum Herbst des vorigen Jahres getragen, von dieser Zeit an aber sowohl beim Sehen durch die Brille als bei Anwendung eines Operngluckers im Theater (der ihr bis dahin stets passend gewesen) Schmerzen im Auge bekommen, die sich

bei fortgesetztem Gebrauch der optischen Hülfsmittel bis zum Unerträglichen gesteigert haben sollten. Freilich waren die Schmerzen auch beim blossen Fernesehen aufgetreten und die Objecte in der Ferne gleichzeitig immer undeutlicher geworden, sodass die Kranke selbst vermuthet hatte, sie müsse kurzsichtig geworden sein. Bei der Untersuchung mit dem Augenspiegel zeigten sich die Linsen ungetrübt, die Netzhautbilder aber undeutlich, durch —30, unmittelbar vor ihr Auge gehalten, ziemlich scharf, ganz scharf aber erst durch —24. Die subjective Untersuchung ergab Folgendes: Snellen No. XX erkannte sie in 46 Par. Zoll Entfernung deutlich, darüber hinaus aber nicht mehr; Druckschrift Jäger No. 6 und Snellen No. 3 las sie mit unbewaffnetem Auge nur in 14 Zoll Entfernung, näher gar nicht, Snellen No. 2 wurde mit +24 in 10 Zoll Entfernung, No. $1^1/_2$ mit +18 in 8 Zoll Sehweite gelesen. In die Ferne sah sie am besten mit —30 und bat sich die Angabe dieser Nummer aus, da sie mit derselben in die Ferne genügend deutlich sah, gleichzeitig aber, was ihr die Hauptsache war, sofort von den Schmerzen in dem Augapfel beim Fernesehen befreit wurde. In diesem Beispiele haben wir also den klaren Beweis, dass der Fernepunkt herein, der Nahepunkt aber vom Auge abgerückt war, mithin neben progressiver Presbyopie acquirirte Myopie bestand. Welche Bedeutung dieser Fall im Uebrigen hat, werden wir später sehen.

Diess sind übrigens die einzigen, scheinbar sich widersprechenden und sog. Accommodationsveränderungen, die ich beim höheren Alter kennen gelernt habe. Es gibt zwar noch einen, der auf den ersten Anblick etwas Befremdendes hat, dass nämlich Leute mit Kurzsichtigkeit höheren Grades ein Convexglas zum Lesen gebrauchen. So machte mir ein alter befreundeter Herr, Namens F., 70 Jahre alt, in meinen Studienjahren viel Nachdenkens, weil er den Tag über —3 in seiner Brille trug, des Abends aber, wenn er die Zeitung las, die Brille hinaufschob und ein grosses Convexglas (sog. Leseglas) von vier Zoll Brennweite vor die Schrift hielt. Ein solches Verhältniss ist gegenwärtig kein befremdendes mehr, da uns

der Augenspiegel hinlänglich über den scheinbaren Widerspruch aufgeklärt hat. Solche Kranke leiden nämlich an einer bereits in das Bereich der Macula lutea fallenden Atrophie der Aderhaut, und es wird hier durch einen grössern Gesichtswinkel für die Zapfen das ersetzt, was von ihnen entweder durch die Zerstörung von Aderhautpigmentzellen oder durch Druck und Dehnung der Netzhaut verloren gegangen ist. Diess sind also nur Fälle von aussergewöhnlich herabgesetzter Sehschärfe.

Von viel höherem Interesse ist es für uns, zu erfahren, ob der Accommodationsmechanismus in irgend einer Beziehung zur Entwickelung von Myopie überhaupt und der krankhaften Steigerung derselben insbesondere steht (progressive Myopie).

Die Myopie scheint in neuerer Zeit überhaupt nach der Individuenzahl, wenigstens in manchen Ländern, in Zunahme begriffen zu sein und hat daher selbst das Interesse der staatlichen Obhut erregt. In Sachsen hat früher Beger Untersuchungen über die Entwickelung und Verbreitung der Myopie angestellt, in neuerer Zeit haben besonders Fahrner (Wien. Jahrb. über Kinderkrankh. 1863. VI, 3) und H. Cohn (Deutsche Klinik 1866 No. 7) die Kurzsichtigkeit unter den Schulkindern verfolgt und Letzterer namentlich die Beziehung der Myopie zum Schultisch und der Helligkeit der Schulzimmer geprüft. Diese wichtigen Arbeiten verdienen auch das staatliche Interesse umsomehr, als sie bei vereinten Kräften (vergl Guillaume in Neuenburg. Hygiène 2 vol. Genève 1860) fast gleichlautende Resultate der Aufklärung über äussere Veranlassungsmomente der Myopie und Rathschläge zur Beseitigung derselben geliefert haben. Die ärztliche Erfahrung stimmt mit diesen Resultaten völlig überein, und wir haben Studirende der Medizin, die früher normalsichtig waren, selbst in einem Zeitraume von einem halben Jahre kurzsichtig werden sehen, weil sie ihren Accommodationsapparat täglich von früh bis abends nur für die Nähe gebrauchten, ohne auch das Entgegengesetzte in dem entsprechenden Masse zu thun. Es liegt daher nahe,

dass man den Accommodationsmechanismus selbst in Verdacht hat, dass er entweder an sich eine pathologische Ausbildung erfährt oder eine solche für die Refraction des Auges nach sich zieht. In der Kenntniss der Hypertrophie von Muskeln überhaupt, der Bewegung der Zonula und der Ciliarfortsätze, des Druckes, den der Glaskörper erfährt, und der Schwellung der Ciliarfortsätze, sowie einer möglich erworbenen Form der Linse oder der Verlängerung der Glaskörperaxe liegen uns wenigstens eine solche Anzahl von Möglichkeiten veränderter Gewebe vor, dass unsere Vorstellung vorläufig damit überhäuft wird. Es liegt mir jedoch hier fern, Hypothesen über einen Gegenstand aufzuthürmen, deren Schädlichkeit wir oben bereits in der Beurtheilung des Vorganges im Accommodationsmechanismus selbst kennen gelernt haben. Wir werden daher sicherer gehen, wenn wir uns der vorsichtigen Forschung anschliessen, welche auf diesem Gebiete in dreifacher Richtung, der physiologischen, der pathologisch-anatomischen und der erfahrungsgemässen (in der ärztlichen Praxis), einen Entscheid darüber zu erlangen versucht hat, wo das ursächliche Wesen der Entwickelung und krankhaften Steigerung der Kurzsichtigkeit im menschlichen Auge eigentlich liegt und waltet. Die ophthalmometrische Messung, allerdings noch etwas ärmlich in ihrer Hülfeleistung für das kurzsichtige Auge, hat uns die Wahrscheinlichkeit nachgewiesen, dass von der Linse aus ein Resultat für die Aufklärung jenes Wesens nicht zu erwarten sei, obgleich namhafte Ophthalmologen seinen vorzugsweisen Sitz in diesem Körper vermuthet hatten. Die ophthalmoskopische Untersuchung hat jene Wahrscheinlichkeit eines negativen Resultates von Seiten der Linse dadurch bestärkt, dass sie im Augengrunde des Myopen Veränderungen nachgewiesen hat, die durch ihre Auffälligkeit alle Parteien, die sich für das Wesen der Kurzsichtigkeit interessiren, an sich ziehen. Indessen müssen wir vorerst noch eine eigenthümliche Erscheinung in den vorderen brechenden Medien betrachten, welche das kurzsichtige Auge im Allgemeinen ebenfalls auszeichnet. Wenn wir nämlich mit der gewöhn-

lichen Convexlinse hinter dem Ophthalmoskop (+ 4 und 5) eine hintere Poltrübung der Linse oder Mouches volantes dicht hinter der Linse bei Kurzsichtigen untersuchen wollen, so müssen wir uns stets einer stärkeren Entspannung unserer Accommodation bedienen, als wenn wir dieselbe Untersuchung bei Normal- oder Weitsichtigen machen; ja wir haben Fälle genug gehabt, wo uns jene Untersuchung nicht nur unangenehm im Gefühl, sondern auch unmöglich mit der gewohnten Convexlinse wurde. Für diese Thatsache gibt es gar keine andere Erklärung, als die, dass zwei Menisken, wie die Hornhaut und das Kammerwasser in Verbindung mit der Linse, in etwas grösserer Entfernung von einander combinirt, eine stärkere Brechung geben, als umgekehrt. Hiermit soll natürlich nicht gesagt sein, dass dieses Verhältniss das myopische überhaupt ausschliesslich bedingte, sondern es soll nur eine Eigenthümlichkeit des myopischen Baues in den vorderen brechenden Medien genannt und, zumal da sie bei einer schon verlängerten Axe vorkommt, nicht übergangen werden. Denn Arlt, welcher die Myopie bereits als Refractionskrankheit aufgefasst und die verlängerte Augenaxe zuerst durch Messungen nachgewiesen hat, ist meines Wissens auch der Erste gewesen, welcher darauf aufmerksam gemacht, dass man ein kurzsichtiges Auge von anderen, die auch eine grössere vordere Augenkammer haben, dadurch im Allgemeinen sicher unterscheiden kann, dass bei ihm der Skleralfalz weiter vorsteht oder der Raum zwischem ihm und der Irisperie grösser ist, als bei jenen. Das Charakteristische des kurzsichtigen Auges besteht allerdings in seiner Axe des Glaskörpers, welche bei ihm länger ist, als im normalen Auge. Wird diese Axe verlängert, so findet eine Zunahme der Kurzsichtigkeit, ein Hereinrücken des Nahe- und Fernepunktes Statt, und wir pflegen diesen Zustand, falls er eine gewisse Stetigkeit in der Zunahme oder eine schnelle Steigerung in verhältnissmässig kurzer Zeit bekundet, als progressive Myopie zu bezeichnen, welche nach Donders in der Jugend fast immer angenommen werden kann und namentlich um die Zeit der Pubertät beobachtet wird. Man

könnte auch von einer acuten Myopie reden, wenn man ein normalsichtiges Auge in Zeit von einigen Monaten, selbst Wochen, in höherem Grade kurzsichtig geworden findet, während das andere Auge intact geblieben ist. Indessen habe ich diese seltenen Fälle an jungen Personen nie anders gesehen, als dass der Glaskörper des einen Auges zum Theil aufgelöst und mit bedeutenden beweglichen Flocken durchsetzt war, sodass man die Myopie ($^1/_8$) nur als eine aussergewöhnliche, durch Entzündung und Volumsvermehrung des Glaskörpers bedingte Form betrachten konnte, bei welcher die Axenverlängerung das secundäre Glied des Processes bildet. Ich habe in einem solchen Falle an einem Knaben von 10 Jahren nicht einmal eine Atrophie der Aderhaut, ebensowenig eine Ektasie der Sklera nach hinten zu gefunden, welche doch in der Mehrzahl der Fälle in kurzsichtigen Augen vorhanden sind. Die Atrophie der Aderhaut und das Staphyloma posticum sind nun an sich so bekannte Erscheinungen, dass wir dieselben hier nicht weiter verfolgen; vielmehr interessirt uns hier die Ursache der Entwickelung des kurzsichtigen Auges und die Atrophie sowie das hintere Staphylom in seiner Bedeutung zu derselben. Von den Erklärungen über diese Entwickelung haben wir in der Geschichte theils eine functionelle, theils eine pathologisch-anatomische und histogenetische zu beachten. Die erste sucht den Grund der Ausbildung des myopischen Auges in dem einseitigen oder zu vielfachen Gebrauch desselben für die Nähe. Diese Erklärung lässt den nachtheiligen Erfolg dieses Gebrauchs auf der einen Seite durch den eigentlichen Accommodationsapparat, von einer andern Seite aber durch den Druck der äussern Muskeln auf den Augapfel bei anhaltender Stellung desselben für die Nähe vermittelt werden, und ihr gehören vorzüglich die diätetischen Massregeln an, welche man zur Verhinderung der myopischen Entwickelung des kindlichen Auges aufgestellt hat, wie z. B. eine mässige Anzahl von Arbeitsstunden, ein für den Körper seinem Alter und Grösse nach entsprechendes Verhältniss zwischen Schultisch und Sitzbank, gute Beleuchtung, Beaufsichtigung der Körperhaltung

beim Schreiben, Unterbrechung von Lehrstunden im Lesen und Schreiben durch gymnastischen Unterricht u. s. w.

Die pathologisch-anatomische Erklärung findet für die vergrösserten Durchmesser des kurzsichtigen Auges, insbesondere seiner Längsaxe, den Grund theils in einer Vergrösserung des Glaskörpervolumens (Schweiger, Arch. f. Ophth. IX, 1. S. 193), welche durch Druck eine Ausdehnung der Augenhäute bedingt; anderntheils hat man die Ursache aber auch (v. Gräfe und viele Andere) in einem chronisch-entzündlichen Process der Augenhäute im hintern Theile selbst (Sklerotico — Chorioid. post.) gesucht, welcher eine Verminderung der Resistenz dieser Theile und hierdurch gleichzeitig eine Volumsänderung des Glaskörpers mit theilweiser Verflüssigung desselben bedingt.

Die dritte Erklärung endlich findet die Anlage zu einem myopischen Baue in jedem Auge, welches kurzsichtig ist, schon in der frühesten Jugend begründet (v. Ammon's Protuberantia foetalis Arch. f. O. IV. Bd. 1. S. 59. v. Jäger, Einstellungen des dioptr. Appar. Stellwag, v. Carion, Zeitschr. d. Gesellsch. d. Aerzte in Wien 1861. 55. und Lehrb. d. Ophth., v. Hasner, Klin. Vortr. über Augenheilk. Prag 1860). Das Staphyloma posticum wird hierbei als eine Erscheinung betrachtet, welche aus der Entwickelungsgeschichte des Auges hervorgegangen ist. Diese Erklärung findet darin eine thatsächliche Unterstützung, dass die Kurzsichtigkeit in vielen Fällen eine wirklich hereditäre ist, was schon von frühern Beobachtern (Beer, Jüngken, Böhm u. A.) mitgetheilt worden ist.

Der ersten Erklärung müssen wir uns der Erfahrung nach unbedingt anschliessen, da sie sich auf den wichtigen Erfahrungssatz stützt, der noch von Niemand bestritten worden ist, dass eine vielfache und anhaltende Beschäftigung des Auges (und namentlich des jugendlichen) beim Sehen in der Nähe und mit zu feinen Objecten die Kurzsichtigkeit wirklich befördern hilft. So nahe nun die Erwartung liegt, in den Erscheinungen am Accommodationsmechanismus des lebenden

Auges nach ausgeführter Iridektomie an jungen kurzsichtigen Augen ($^1/_8$—$^1/_{10}$) etwas für die Erklärung Beweisendes zu finden, so negativ sind leider meine Resultate hier ausgefallen. Die Bewegung der Ciliarfortsätze, die Verbreiterung des Zonularaumes und die Einwärtsbewegungen des Linsenrandes waren nicht nur nicht stärker, als in andern Augen, sondern man konnte sie geringer nennen. Es lässt sich am myopischen Auge dabei zugleich die im Verhältniss zum Skleralfalz anderer Augen tiefere Lage jener Theile bestätigen, sodass man ausser den gewöhnlichen Accommodationsversuchen auch die Anwendung des Atropins und Calabars zum Vergleich für andere Augen benutzen muss; ich habe aber nichts entdeckt, was von hier aus eine Erklärung über das Entstehen der Myopie durch den Accommodationsapparat selbst zuliesse. Dieser negative Fall nöthigte mich daher, den Glaskörperdruck indirect zu prüfen, indem ich den Augengrund theils im aufrechten Bilde mit Hohlgläsern, theils mit feststehendem Mikroskopapparat untersuchte; denn wenn auch Theile, wie die Ciliarfortsätze, weit nach hinten liegen, oder die Linse sehr breit ist und hierdurch die Bewegungserscheinungen weniger auffällig für den Beobachter werden, so geht hieraus doch nicht hervor, dass auch der Glaskörperdruck geringer sein müsse. Aus diesem Grunde habe ich eine Anzahl junger Kurzsichtiger zu Accommodationsversuchen benutzt und mit normalsichtigen verglichen. Es wurden nämlich feinere Arterienzweige in der Nähe der Eintrittsstelle des Sehnerven, alsdann feine radiär über den Querschnitt des Nerven verlaufende Gefässe und der Sehnerv selbst als Objecte für den zu suchenden Glaskörperdruck gewählt und die Erscheinung dieser Theile während dem Fernesehen mit dem Zustande verglichen, welchen die Theile darboten, nachdem die Personen eine Viertelstunde lang einen Gegenstand in der Entfernung von 6 Zoll fixirt hatten. Hierbei ergab sich zunächst im Allgemeinen das Resultat ohne Unterschied der Augen, dass der Ciliarmuskelkrampf eine gewisse physiologische Begründung hat, indem jedes Auge, welches längere Zeit in die Nähe gesehen hat, eine etwas

stärkere Brechung zeigt, als im Anfange der Fixation des nahen Gegenstandes. Dieses Verhältniss wird dadurch deutlich, dass die feinern Objecte im Augengrunde allmählich an Schärfe der Bilder verlieren, welche sie im Beginne der Näheaccommodation hatten; diess habe ich sowohl im aufrechten Bilde unter Anwendung von Hohlgläsern, als auch im umgekehrten beim Gebrauch des Mikroskopes gefunden. Ich dachte nun zunächst daran, dass möglicherweise die Verengerung der Pupille die Ursache jener Erscheinung sein möchte, da die Pupille bei anhaltendem Nahesehen wirklich etwas enger wird. Indessen wurde diese mögliche Ursache bei mehreren Personen, bei welchen sich die Pupille nicht so sehr verengte, dass sie auf die Deutlichkeit der Objecte (wegen geringerem Querschnitt der brechenden Medien) Einfluss haben konnte, widerlegt und an andern besonders kurzsichtigen Augen, nach sehr schwacher Erweiterung der Pupille durch Extracte der Mydriatica dargethan, dass die Erscheinung der Brechungszunahme bei längerem Nahesehen ebenso eintrat. Der Ciliarmuskel muss daher das Ziel seiner Wirkung bei längerem Nahesehen etwas überschreiten, oder es ist hieran der Umstand Schuld, dass die brechenden Medien (Glaskörper und Linse) unter längerem Druck ein etwas stärkeres Brechungsverhältniss ihrer Substanz annehmen. Ich wage nicht zu entscheiden, welches von beiden Verhältnissen das wahre ist; wenn man aber bedenkt, dass die brechenden Medien, welche im Nahe- und Fernesehen zwei verschiedene Linsennummern darstellen (um ganz allgemein zu sprechen), diese Veränderung innerhalb einer elastischen Kapsel, bei nachgiebigen Aufhängebändern und einer mehr oder weniger weichen Masse ihrer Gewebe selbst vollziehen müssen, so muss man wenigstens beide Verhältnisse zugleich berücksichtigen. Die Nothwendigkeit der Beachtung der ganzen Erscheinung wie ihrer Ursachen tritt nämlich noch mehr hervor, wenn man von Erscheinungen des Glaskörperdruckes sprechen will. Es zeigte sich nämlich bei diesen Untersuchungen, dass man wirklich Spuren davon findet, und zwar erstens, indem kleine Arterien-

zweige ihre scharfen Contouren bei längerem Nahesehen verlieren; man kann nämlich ein Instrument, wie das Mikroskop, so scharf auf dieselben einstellen, wie man will, die Contouren werden im Nahesehen nie so scharf erhalten, wie beim Fernesehen. Ich habe diese Erscheinung vielfach geprüft und glaube sie dadurch begründet, dass die Arterienzweige entweder etwas tiefer in das Retinalgewebe zu liegen kommen, oder das Lumen derselben geringer wird, sodass man das dünne darüberliegende Fasergewebe der Netzhaut deutlicher sieht und die scharfen Contouren dabei verwischt werden. Sowie die betreffende Person wieder in die Ferne sah, wurden diese Contouren wieder scharf und die Oberfläche des Gefässes wieder etwas glänzender. Wenigstens stimmt diese Beobachtung mit einer zweiten überein, die ich an feinen radiären Opticusgefässen machte. Dieselben wurden nämlich bei verschiedenen jungen Myopen im Nahesehen auffällig blässer. Da man nun bei der weichen Masse des Opticus nicht eine feste Unterlage annehmen kann, so bin ich auch hier der Ansicht, dass die feinen Gefässe etwas in das Opticusgewebe eingedrückt werden und hierdurch blässer erscheinen. Diess gewinnt endlich auch noch dadurch an Wahrscheinlichkeit, dass der Nervus opticus bei längerem Nahesehen der untersuchten Person überhaupt etwas blässer wird. Man kann diese Erscheinung zwar auch durch die anhaltende Convergenzstellung des Auges erklären, indessen erscheint mir diese Erklärung doch etwas zu kleinlich gegenüber den andern Erscheinungen. Ich habe nämlich bei der Untersuchung im aufrechten Bilde noch eine weitere Bestätigung für die Vermuthung erhalten, dass der interoculare Druck bei anhaltendem Nahesehen erhöht wird. Ich liess nämlich junge Kurzsichtige für einen nahen Gegenstand accommodiren und diesen Zustand in der Dauer von 5—15 Minuten erhalten, während ich mit dem entsprechenden Hohlglase untersuchte, welches für den Nahezustand vorher ausgesucht worden war. Alsdann wurde nun das Caliber der stärkeren Venenzweige in's Auge gefasst und die Accommodation plötzlich losgelassen, indem der Kranke in die grösste

Ferne sah. Hierbei zeigte sich sehr deutlich, dass die Venenzweige, nachdem das Auge bereits die Ferneeinstellung erreicht hatte, anschwollen, ihr Querdurchmesser dicker wurde. Da hierbei dasselbe Hohlglas beibehalten wurde, mithin das Venencaliber eher hätte kleiner erscheinen können, so geht hieraus sicher hervor, dass die Venen vorher unter einem grössern Druck standen, als beim Fernesehen. Will man sich nun von diesen Resultaten überzeugen, welche einer langen Versuchsreihe über Glaskörperdruck angehören, so würde das letztgenannte Experiment wohl am leichtesten auszuführen sein; allein auch zu diesem muss ich bemerken, dass man nicht an jedem Menschen dasselbe Resultat erhalten wird, sondern hierzu eine Anzahl von Personen untersuchen muss, um durch Erfahrung diejenigen herauszufinden, an welchen es besonders auffällig ist. Denn diess hängt von einem gewissen Spannungsgrade im Auge ab, der nicht bei allen Individuen gleich ist. Ferner ist es auch nothwendig, dass man sich nicht bloss mit wenigen Secunden des Nahesehens bei der Beobachtung des Auges begnügt, sondern letzteres muss wenigstens mehrere Minuten für die Nähe angestrengt worden sein. Will man die Opticusgefässe hierbei fortwährend beobachten, so muss man das linke Auge der Person mit seinem linken Auge untersuchen und lässt (bei geradegehaltenem Kopfe der Person) seine linke Schläfe fixiren, an welcher man einen schwarzen Punkt, ein Stück Papier oder ein anderes Zeichen aufklebt, welches fixirt wird. Die richtige Stelle der Schläfe des Beobachters muss vorher ausfindig gemacht werden, so dass sie der Möglichkeit, den Opticus fortwährend zu beobachten, entspricht; denn nach der Breite des Kopfes vom Beobachter und dem Abstande der Augen dieses wie der untersuchten Person fallen die Verhältnisse verschieden aus.

Für die Erfahrung nun, dass Myopie durch vieles Nahesehen entstehen kann, würde aus den mitgetheilten Beobachtungen nichts hervorgegangen sein, als diess, dass die Ciliarmuskelcontraction einen Druck auf den Glaskörper ausübt, der indirect an verschiedenen Individuen gefunden werden kann.

Fügen wir nun hierzu die Erfahrung, dass wir auch Myopen mit wahrem Ciliarmuskelkrampf beobachtet haben, welche nämlich an Asthenopie mit Augenschmerzen litten und keine weitere krankhafte Erscheinung darboten, als eine excessive Zunahme des Brechungsverhältnisses schon bei kurz dauerndem Nahesehen mit baldigem Eintritt der subjectiven Beschwerden (eine Erfahrung, die übrigens nicht neu, sondern schon durch Junge und Donders bekannt ist), so könnte man wirklich den Ciliarmuskel als die Ursache für die Entwickelung, sowie die höhere Ausbildung der Kurzsichtigkeit ansehen. Zu einem Theile wird man seine Wirkung bestimmt für die Begünstigung jenes Verhältnisses in Anspruch nehmen können, für sich allein aber gewiss nicht mit Recht; denn man findet bei Hypermetropen, bei denen jener Krampf häufig vorkommt und auch objectiv dadurch nachgewiesen werden kann, dass man bei ihnen, wenn der Krampf vorhanden und der Kranke in die Ferne sieht, schwache Hohlgläser gebrauchen muss, während man nach Anwendung von Atropin schwache Convexgläser vorsetzen kann und noch deutliche Bilder erhält, — im Allgemeinen*) weder Druckatrophie der Aderhaut, noch Staphyloma posticum, noch verlängerte Glaskörperaxe. — Wir müssen uns daher zu der zweiten früher genannten Erklärung wenden, welche die typische Form des kurzsichtigen Auges in einer krankhaften Schwellung des Glaskörpers und consecutiven Ausdehnung der Augenhäute ohne Entzündung bedingt findet. Der Vergleich eines durch diese Ursache kurzsichtig gewordenen Auges mit einem glaucomatösen Auge ist allerdings sehr ansprechend; allein ich würde es doch nicht wagen, jene Entstehungsart unbedigt zu vertreten und die Beweisführung für dieselbe leicht zu nennen. Es ist zwar wahr, dass wir in kurzsichtigen Augen, namentlich denen höheren Grades, immer Besorgnisse für den Glas-

*) Ausnahmen hiervon habe ich allerdings an einigen jungen Hypermetropen kennen gelernt, die ich 6—10 Jahre beobachten konnte; die Hypermetropie ging in Myopie ($^1/_{40}$—$^1/_{24}$) mit Druckatrophie der Aderhaut um den Nerven über.

körper hegen, da in ihm so oft kleine Körperchen, partielle frische Entzündungsherde mit kleinen Flocken, selbst grössere Massen von beweglichen Körpern und ausgebreitetere Verflüssigung vorfinden; allein wenn wir dagegenhalten, dass wir beim Glaucom die Linse und Iris ganz nach vorn getrieben, bei der progressiven Myopie nie eine Spur dieser mindestens eben so leicht möglichen Dislocation, als die der festen Sklera ist, beobachten; wenn wir ferner den glaucomatösen Zustand in einem ektatischen Bulbus selbst meist erst in den höhern Lebensjahren finden; wenn wir endlich aber auch Kurzsichtige genug gefunden haben, bei welchen die Myopie in der Jugend entwickelt und fortgeschritten, aber nur von partieller Atrophie der Aderhant begleitet war, so wird uns die primäre Veränderung des Glaskörpers zweifelhaft. Viel mehr als diese Erklärung würde diejenige für sich haben, welche eine schleichende Entzündung der hintern Augenhäute selbst annimmt und sie der Verlängerung des Glaskörperraumes zu Grunde legt.

Diese Ansicht hat erstens das für sich, dass sie eine nur mikroskopisch wahrnehmbare Entzündung substituiren kann und ausserdem an der äussern Seite des Sehnerven eine Localität für die Entzündung besitzt, welche sich sowohl durch bedeutende Constanz in der Localität als der physikalisch plausiblen Ursache durch Dehnung der Gewebe bei anhaltender Convergenz der Augenaxen auszeichnet. Nun handelt es sich freilich darum, ob man den Begriff einer, wenn auch nur mikroskopisch wahrnehmbaren Entzündung durch Beweise aufrecht erhalten kann oder nicht. Eine grosse Partei ist dafür, eine grosse dagegen; hieraus geht schon hervor, dass für beide Verhältnisse Gründe vorhanden sind. Und in der That, ich habe selbst Personen, die nicht einmal kurzsichtig, sondern weitsichtig waren, wegen ausgebreiteter Aderhautatrophie an der Stelle des directen Sehens und um den Sehnerven, mit nachfolgender Erblindung für das feinere Sehen, behandelt, die ich in meiner Jugend schon gekannt und welche nie über ihre Augen (mit Ausnahme der Anwendung von Convexgläsern) geklagt, noch irgend eine Beschwerde bis in

ihr hohes Alter gegen mich kundgegeben hatten, und dennoch war der Zerstörungsprocess der Aderhautpigmentzellen, ein schon längst vorhandener und durch zu viele Anstrengung der Augen eingeleitet. Der Begriff einer mikroskopischen Entzündung ist daher, so sehr er sich allgemein-pathologisch rechtfertigen lässt, wenigstens ein so weiter, dass er für uns hier nicht die nächste Ursache abgibt, sondern uns immer erst an den Glaskörperdruck oder andere Umstände weist, die die Entzündung bedingten. Auf der andern Seite sehen wir freilich Sklerotico-Chorioideitis anterior mit nachfolgendem Staphylom, welche eben so gut hinten ausbrechen kann, als vorn, und für welche es daher sonderbar wäre, ihre Möglichkeit abzusprechen; ja man findet zuweilen sogar an Präparaten stark ausgeprägter Birnform des Auges so partielle erbsengrosse runde staphylomatöse Stellen, dass der Druck hier gar nichts erklärt, und ferner auch im ektatischen Lederhautgewebe, besonders an den Grenzen der Ektasie so verdicktes sklerotisches Gewebe mit Atrophie seiner ernährenden Bindgewebskörper, dass man den Bestand einer Entzündung im Leben gar nicht bezweifeln kann. So wenig dieser nun für verschiedene Fälle von mir auch bezweifelt wird, so ist es doch unmöglich, für die Mehrzahl derselben eine primäre Entzündung zu Grunde zu legen, und man kommt geradezu über die Erklärung der Entstehung der Kurzsichtigkeit und ihres Fortschrittes nicht hinweg, wenn man nicht entweder eine Disposition zu Hülfe nimmt, die man doch noch etwas näher, als mit der Urzeugung definiren muss, oder man sieht sich danach um, ob nicht mehr als ein Grund für die Entwickelung der Kurzsichtigkeit und noch mehr für ihre pathologische Ausbildung vorhanden sein kann.

Versteht man unter Disposition hier das Gesetz der homogenen Nachbildung des Baues der Augen nach dem eines kurzsichtigen Elternpaares, so wird man von der täglichen Erfahrung vor jeglichem Missbrauch einer Hypothese geschützt. Nach meiner Erfahrung kann ich allerdings nicht sagen, dass ich viel kurzsichtige Kinder vom 5.—7. Jahre gesehen habe,

und glaube auch aus dem Grunde nicht, dass die Myopie schon so früh häufig vorkommt, weil diess die Eltern in der Regel bemerken und sich dann an einen Arzt wenden; ich habe vielmehr vom 9.—16. Jahre erst diese Pflicht von Seiten der Eltern erfüllen sehen. Diess schliesst aber keineswegs aus, dass das Gesetz der hereditären Bildung nicht zu Grunde liegt; denn ich habe es wenigstens als den häufigern Fall gefunden, dass entweder der Vater oder die Mutter eines Kindes kurzsichtig war, als keins von beiden Eltern, was auch vorkommt. Diejenigen Aerzte, welche dieses Verhältniss mit Recht betont haben, werden auch um so strenger verlangen, dass dasselbe in statistischen Berichten berücksichtigt wird. Schwieriger wird der hereditäre Fall aber, wenn man in der Kindheit schon die gereizten Gewebe ohne die Myopie für eine spätere Entwickelung derselben in die Wagschale legen will; denn da die Kinder überhaupt leicht gereizte Augengewebe besitzen, so wäre der Nachweis der myopischen Anlage doch unerlässlich. Bestimmter ist es daher, wenn man sogleich das Staphyloma posticum von der Embryozeit her datirt. Hierüber habe ich gar keine Erfahrung, da ich von kindlichen Augen, die ich besass, durch den Längsdurchmesser nicht bestimmen konnte, dass sie kurzsichtig waren; eben so wenig habe ich in Kinderaugen ophthalmoskopisch etwas davon wahrgenommen und muss mich daher lediglich auf die Erblichkeit der Myopie beschränken. Selbst wenn wir aber annehmen, dass eine Anlage zum Staphylom schon von Geburt an vorhanden ist, sowie auch Kinder mit vorderm Skleralstaphylom geboren werden, so muss man doch immer die Frage aufwerfen, warum vordere, durch Entzündung erworbene Staphylome nicht dieselbe Progression zeigen, wie die hintern; man müsste daher, trotz aller Anlage, immer noch ein Steigerungsmoment finden. Hier wären wir also in derselben Lage oder wenig weit von dem Falle, zu erklären, wodurch ein normalsichtiges Auge zum kurzsichtigen wird.

Sucht man die Antwort durch den Augenspiegel allein zu finden, so sucht man oft vergebens. Wichtiger schon ist

es, wenn man ein Individuum seit Jahren als normalsichtiges gekannt, untersucht und schliesslich kurzsichtig werden gesehen hat. Allein auch hier ist der Erfolg für die Lehre nicht erheblich. Ich habe einen jungen Mann von 28 J., Graveur und Notenstecher, 11 Jahre lang oft mit dem Augenspiegel zu untersuchen Gelegenheit gehabt, der später kurzsichtig wurde. Derselbe wurde früher wegen einer Entzündung behandelt und besuchte theils aus einer gewissen Anhänglichkeit, theils weil er seine Augen viel anstrengte, jedes Semester die Augenspiegelcurse. Von seinem Auge war aber weiter nichts zu bemerken, als dass es als normalsichtiges der Beobachtung diente. Derselbe bekam im Herbst 1865 in jedem Auge eine schwachweisse Sichel (beginnende Atrophie der Aderhaut), welche im Laufe des Winters immer lichter wurde. Da ich den Kranken so oft gesehen hatte, fiel mir diess auf; auf sein Befragen theilte er mit, dass er in Nähe wie Ferne ebenso scharf wie früher sehe, dass er aber seines Vortheils wegen die Graveurkunst mit der des Notenstechers vertauscht habe. Diess war im November 65. Im Frühjahr 1866 kam er nach einer längern Pause wieder und klagte über Kurzsichtigkeit. Dieselbe wurde zu $^1/_{40}$ festgestellt. Hier konnte man also nur beobachten, dass die kleine Atrophie der Aderhaut früher an der bekannten Stelle vorhanden war, ehe der Kranke über Kurzsichtigkeit klagte. Ich habe ferner auch andere Kurzsichtige untersucht, die ich bis dahin zwar nicht näher gekannt hatte, welche aber versicherten, dass sie früher in die Ferne ganz scharf gesehen und die Kurzsichtigkeit sich erst in der Zeit von einem halben Jahre ausgebildet hätte; in ihren Augen war jedoch kein Anhaltepunkt vorhanden, um eine jener verschiedenen Erklärungsweisen für die Entwickelung der Myopie in Anwendung zu bringen. Soll man nun deshalb vielleicht die erworbene Myopie von der hereditären trennen und als einen besondern Zustand ansehen, wie diess einige Aerzte bereits gethan? Ich glaube, dass man alsdann noch weniger für das Wesentliche der Entwickelung von Kurzsichtigkeit gewinnen wird; denn es bliebe dann nichts übrig,

als sich der Ansicht zu unterwerfen, dass erworbene Myopie etwas Zufälliges, angeborene aber der Urtypus sei. Dieser Ansicht vermag ich jedoch nicht beizutreten; denn die hereditäre entwickelt sich auch erst im Verlaufe der Jugendjahre und wird durch übermässige Anstrengung im Nahesehen eben so gesteigert, wie die erworbene; man kann daher ihre Verwandtschaft recht gut mit der eines Geschwisterpaares vergleichen. Ich bin daher schliesslich zu der Ueberzeugung gelangt, dass man am meisten für das Wesen der Myopie in ihrem Ursprunge gewinnen wird, wenn man die erworbene Myopie nicht an normalsichtigen, sondern im Gegentheil an weitsichtigen Augen verfolgt. In früherer Zeit hielt man eine solche Möglichkeit für einen optischen Widerspruch, die Erfahrung hat aber gelehrt, dass dieses Verhältniss vorkommen kann, und Donders hat es zuerst beleuchtet. Das Beispiel ist auch insofern belohnend, als man sich denjenigen gegenüber freier im Urtheil bewegen kann, welche noch jetzt behaupten, dass die Messung einer verlängerten Glaskörperaxe im Leben mehr hypothetisch als objectiv überzeugend ausgeführt worden sei. Die ophthalmometrische Messung kann nun zwar mit Hülfe der Sgiegelbilder der Linse den Krümmungsradius berechnen und ihn mit andern Augen vergleichen; in grösserm Massstabe ist diess aber leider noch nicht geschehen, und man muss daher jenen Widersachern der verlängerten Axe diese Lücke zugestehen. Indessen kann man sich doch auf eine andere praktische Weise von der längern Glaskörperaxe des kurzsichtigen Auges überzeugen, wenn man dasselbe unter Wasser mit dem Augenspiegel untersucht und die Grösse der Netzhautbilder mit andern, ebenfalls unter Wasser untersuchten Augen vergleicht. Hier hat man nämlich den Vortheil, dass die Hornhaut ganz wegfällt; man hat es somit für eine stärkere Brechung nur mit der Qualität der Linse und ihrem Abstande von der Retina zu thun. Nun kann man vorher die Pupille erweitern und alsdann die Grösse der Spiegelbilder der verschiedenen Augen (bei einem bestimmten Abstande des Lichts) mit dem Opthalmometer messen; ist dieses

geschehen, so hat man es schliesslich mit nichts weiter, als dem grössern oder geringern Abstande der Linse von der Retina zu thun. Und hier findet man denn in der That, dass Kurzsichtige, und namentlich solche höheren Grades oft noch gar kein deutliches Bild von ihrer Netzhaut trotz der Anwendung des Wassers geben, die Spiegelbilder der Linse dieses Verhältniss für sich allein aber nicht erklären und mithin negativ beweisen, dass die stärkere Krümmung der Linse allein nicht Ursache jener Erscheinung ist. Noch deutlicher wird dieses Verhältniss aber dargethan, wenn neben Presbyopie in demselben Auge Myopie vorkommt. Leider sind diese Fälle nur zu selten, um häufiger und daher auch allgemeiner ausgebeutet zu werden; der Fall aber, den ich früher von der Dame S. beschrieb, ist genau ein solcher, der zu jenem Behufe passt. Diese Kranke war, wie sie selbst ganz richtig vermuthete, kurzsichtig geworden und zwar — $^1/_{30}$; gleichzeitig war sie aber auch presbyopisch. Die Linse konnte also nicht Ursache der Myopie sein; denn sonst hätte auch der Nahepunkt hereinrücken müssen; dieser war sogar im Laufe der Zeit noch abgerückt. Es bedurfte daher nur noch der Anwendung des Atropins, um das Verhältniss noch sicherer zu stellen. Ich holte dieses daher nach und tröpfelte eine starke Lösung (gri— 3i) ein. Als ich hierauf das Auge objectiv wieder mass, musste ich genau dieselben Hohlgläser zur Erzeugung eines deutlichen Bildes anwenden, die ich früher gebrauchte. Hieraus geht also deutlich hervor, dass die erworbene Myopie durch eine verlängerte Augenaxe (resp. des Glaskörpers) entstanden war.

So sicher nun dies anzunehmen ist, so ist doch nicht mit gleicher Sicherheit der Grund der krankhaften oder optischen Veränderung anzugeben. Die Kranke selbst erklärte sich und mir das Verhältniss allerdings ganz einfach dadurch, dass sie verflossenen Sommer fast gar nicht in's Freie gekommen sei und sich daher nur mit Lesen, Nähen und häuslichen Arbeiten beschäftigt habe, wozu sie theils durch anhaltende Einquartierung in der Kriegszeit, theils durch Krankheit in der Familie

genöthigt worden sei. Sie fügte noch hinzu, dass sie sich mit der Störung des Sehens in die Ferne, obwohl ihr dieser Verlust bei der angenehmen Aussicht von ihrer Wohnung sehr fühlbar geworden, doch noch ohne ärztliche Hülfe begnügt haben würde, wenn die Schmerzen im Auge nicht so häufig sich gesteigert hätten. Diese Schmerzen verschwanden nun auf Atropin und nach beseitigter Wirkung dieses durch stärkere Convexgläser für die Nähe und die Anwendung von Hohlgläsern für die Ferne. Das Atropin beweist nun aus dem Grunde noch nicht genug, weil bei so erweiterter Pupille, wie es durch gri — 3i geschieht, überhaupt Niemand etwas arbeiten, man daher für keine Muskelgruppe etwas beweisen kann. Indessen glaube ich doch ganz bestimmt aus später anzugebenden Gründen, dass der Ciliarmuskel die Schmerzen durch zeitweiligen stärkern Krampf bedingte; denn das sofortige Nachlassen derselben bei Anwendung der Hohlgläser kann man doch unmöglich auf Druck des Augapfels durch die äussern Muskeln zurückführen. Was vertragen manche Kranke für einen Druck von aussen durch Geschwülste, Empyeme etc., die ich selbst gesehen habe, ohne solche Schmerzen zu klagen. Die Beschreibung des Schmerzes war auch ganz ähnlich der, wie sie Presbyopen bei zu schwachen Convexgläsern liefern: es ist ein Schmerz im Auge selbst und zwar so, als wenn etwas herausgepresst werden sollte. So wenig ich etwas auf solche Beschreibungen gebe, so erhält dieselbe doch ein wissenschaftliches Gewand, wenn man sie mit der übereinstimmend nennt, die (gesunde) Personen auf starke Dosen von Calabar abgeben, besonders wenn sie sich dann noch für grössere Nähe accommodiren. Es fragt sich nun, ob man in allen Fällen acquirirter Myopie berechtigt ist, dem Ciliarmuskelkrampf einen bedeutenden Antheil an derselben zuzuschreiben. Nach meiner Ueberzeugung, vom jugendlichen Auge gewonnen, muss man die Frage so beantworten, dass die Ciliarmuskelwirkung, wenn auch nicht überall krampfhaft, doch bei sehr anhaltendem und stärkerem Nahesehen einen wichtigen Antheil an der Beförderung der Myopie durch den Glaskörperdruck hat.

Begründet habe ich diese Ansicht durch die bereits früher genannten Experimente; den stärksten Widerspruch findet dieselbe zwar durch die Ciliarmuskelwirkung der Hypermetropen, die nicht bloss eine bedeutende, durch Convergenzassociation erhöhte, sondern in der That auch sehr häufig krampfhaft gesteigerte Kraftentwickelung des Muskels aufbieten müssen, um das zu leisten, was andere Augen vermögen, hierdurch aber doch keine verlängerte Glaskörperaxe erhalten. Für diesen Widerspruch können wir allerdings eine gewisse angeborene und die Myopie begünstigende Form des Auges in die Schranken treten lassen und jener Partei den schuldigen Beifall zollen, welche dieses Verhältniss durch mühsame Untersuchungen kennen gelernt und in das gehörige Licht gestellt hat. Ich habe mich aber auch im hypermetropischen Auge umgesehen, ob jener Widerspruch nicht zum Theil aufzulösen sei; mit dem Binocularspiegel habe ich eine grössere Zahl auf physiologische Excavationen des Sehnerven untersucht und diese Excavationen in gleicher Weise an normalsichtigen verfolgt und mit ihnen verglichen. Hier habe ich das Resultat gewonnen, dass man vom 7.—8. Jahre an schon eine grössere Zahl von physiologischen Excavationen der äussern Hälfte der Sehnervenpapille und in stärkerer Dimension der Tiefe findet, als bei normalsichtigen Augen. Will man dieses Verhältniss nun ebenfalls nicht als angeboren annehmen, so kann man es nur durch den stärkern Glaskörperdruck erklären. Ausser der myopischen Formanlage kann man aber auch die Reizbarkeit der Gewebe, der Sklera und insbesondere der Chorioidea einen gewissen Antheil an der typischen Form der Aderhautatrophie und des Staphyloma posticum bei der sich weiter ausbildenden Myopie lassen, indem sie die Erweichung der Gewebe fördert. Schon der fast constante Ort des Beginns und Sitzes jener spricht für ein nachtheiliges physikalisches Verhältniss dieser Gewebe an der äussern Seite des Sehnerven, und man hat die Atrophie bereits ziemlich allgemein schon näher als Druckatrophie bezeichnet; man kann sie zur Hälfte aber gewiss ebenso gut als Dehnungsatrophie bezeichnen, indem bei an-

haltender Convergenz und Dehnung jener Gewebe zuerst einzelne Zellengruppen reissen. Reisst aber eine Zellengruppe aus ihrem Verbande, so ist damit auch der Begriff der Entzündung factisch eingeleitet und die hintere Entzündungspartei kann daher auch hier auf ein gewisses Recht ihrer wohldurchdachten und durch die Erfahrung so häufig bestätigten Ansicht Anspruch machen; wenigstens findet man bei stärkern Vergrösserungen mit dem Augenspiegel im Anfange der Aderhautsichel und auch nicht selten in der Nähe bei schon ausgedehnterer Atrophie immer noch kleine runde, in der weitern Ausbildung begriffene Stellen von Zellenschwund. Auch die Blutergüsse, die ich an einzelnen Personen, die sich ihrer progressiven Myopie sehr wohl bewusst waren, an radiären, über die äussere Hälfte des Opticusquerschnitts verlaufenden kleinen Gefässen gesehen habe, bekunden ja für jene andern Gewebe zugleich mit, dass die Localität eine benachtheiligte sein und die Entzündung im mikroskopischen Sinne schon mit der Dehnung beginnen muss. Es vereinigen sich also hier schon verschiedene Parteien mit dem Wesentlichen der Erfahrung, dass zu anhaltendes Nahesehen einerseits Myopie bedingt, aber auch bei Normalsichtigen und Presbyopischen partielle Atrophie der Aderhaut hervorrufen kann und diess vorzüglich durch die zwei Factoren, Ciliarmuskelwirkung und Convergenz der Sehaxen vermittelt.

Allein hiermit halte ich noch nicht Alles erschöpft, was zu einer Formveränderung des Auges, insbesondere des verlängerten Glaskörperraumes beitragen kann. Wenn man an vielen Augen beobachtet, dass die Augen beim Fernesehen etwas nach aussen und hinten (richtiger gesagt nach aussen, hinten und innen) treten, beim Nahesehen aber und dem Grade desselben entsprechend nach innen und vorn gezogen werden, so liegt die Ansicht sehr nahe, dass die Obliqui ihre Wirkung, die sie für sich allein haben (vergl. Ruete, Lehrb. d. Ophth. S. 36), im Nahesehen vorzugsweise geltend machen Diese Bewegung des Auges beim Nahe- und Fernesehen habe ich nicht nur an verschiedenen Augen beobachtet, sondern ich

habe sie auch mit dem Mikroskop gemessen, so dass sie factisch besteht und nicht bloss scheinbar ist. Ob nun die Obliqui in ihrer Gegenwirkung zu den Rectis einen mehr seitlich gelegenen Druck ausüben, will ich der Zukunft überlassen; vom theoretischen Standpunkte wenigstens hat die Partei, welche die Verlängerung des Augapfels durch äussern Muskeldruck erklärt, in jener Bewegungserscheinung einen Stützpunkt, der ihr nicht genommen werden kann; denn bei einem so von Muskeln, Fett und Bindegewebe umlagerten Körper, wie es der Augapfel nach hinten ist, kann die entgegengesetzte und sich compensirende Wirkung der Augenmuskeln nicht ohne allen Einfluss bleiben, ja wir könnten selbst eines gewissen Zuges am Sehnerven bei dem Vortreten der Augäpfel gedenken. In der praktischen Erfahrung finden sich Momente, welche der Einwirkung der äussern Augenmuskeln auf den Bulbus das Wort reden. Man hat für die Entwickelung, namentlich aber für die höhere Ausbildung der Myopie hervorgehoben, dass das Auflegen der Myopen auf die zu sehenden Objecte Krümmung des Oberkörpers mit Circulationsstörung und Congestionen nach den Augen verursachte; noch näher aber scheint mir die Beengung für den Augapfel darin zu liegen, dass kurzsichtige Augen mehr oder weniger ein nur kleines (aplanatisches) Sehfeld besitzen und der Augapfel daher einer viel schärfern, d. h. häufigern und schnellern Einstellung beim Arbeiten bedarf. Damit scheint mir im Zusammenhange zu stehen, dass manche Beschäftigung, insbesondere auch das viele Notenlesen der Beförderung von Myopie so günstig ist, was ich vom hiesigen Conservatorium, wie in Privatkreisen oft kennen gelernt habe; denn es müssen hier schnell nach einander eine Menge feiner Zeichen abgelesen werden, die ohne eine schnelle Bewegung des Auges nicht alle gleich deutlich gesehen werden können. Wenn man endlich noch festhält, dass das Auge durch die vereinte Wirkung aller Muskeln (geringer Seitendruck der Obliqui, Last der Recti mit ihrem Polster) beim Nahesehen während der isolirten und selbstständigen Wirkung des Ciliarmuskels eine

etwas mehr oblonge Form als beim Fernesehen erhalten kann, so wird die verlängerte Augenaxe des Myopischen, die sich am einfachsten im Presbyopen dem Beobachter gegenüberstellt, im Leben fast eben so lebhaft veranschaulicht, als sie nach dem Tode des Menschen durch den Massstab versinnlicht wird.

Da ich nun früher selbst hervorgehoben habe, dass die äussern Muskeln auf die Accommodation nur den Einfluss ausüben könnten, den äusserer Druck überhaupt ausübt, d. h. Abflachung der brechenden Medien, so könnte man vielleicht in der letztgenannten Betrachtung der Einwirkung der Muskeln auf Verlängerung der Augenaxe eine Inconsequenz gegen die frühere Ansicht finden; indessen ist es etwas ganz Anderes, wenn man den äussern Muskeln den theilweisen Einfluss auf eine Refractionskrankheit verleiht, als wenn man sie die ganze Accommodation vertreten lässt; nachdem es allgemein bekannt ist, dass der Ciliarmuskel der positiven Accommodation allein vorsteht, hindert diess doch nicht, dass die äussern Muskeln während der Ausführung der Accommodation durch den Ciliarmuskel gleichzeitig eine etwas andere Form des Bulbus fördern können; denn bei unserer noch nicht vollkommenen Kenntniss dieser Verhältnisse ist es eben so gut denkbar, dass im Beginne der Myopie, als einer vermehrten Ciliarmuskelwirkung, jene äussere Muskelwirkung, die wir nicht direct sehen, hinzutritt und, in zu hohem Masse auf die genannte Weise angebracht, die Refractionskrankheit in ihrer Entstehung und Weiterentwickelung begünstigt; denn das hat die Erfahrung zur Genüge gelehrt, dass die progressive Myopie durch Anstrengung mächtig gesteigert wird.

Nach alledem, was wir nun über die positiv schädliche Ursache eines zu anhaltenden Nahesehens für ein jugendliches, zu Myopie disponirtes Auge kennen gelernt haben, müssen wir dem entsprechend auch die positive oder active Seite der Accommodation im Gebrauch einschränken, wenn wir mit unserem Rathe etwas für Beschränkung oder Aufhalten der fortschreitenden Myopie nützen wollen. Die Erfahrung hat

diesen Rath bereits durchgehends als den besten im Erfolg bewiesen; alle hier einschlägigen Verhältnisse vom Accommodationsmechanismus lehren aber zugleich, dass die blosse Ruhe des Auges nicht hinlänglich genügt, um jenen günstigen Erfolg zu erreichen, sondern dass ein solches Auge geradezu für die Ferne angestrengt oder im Fernesehen geübt werden muss, wenn die Folgen einer überwiegenden Stärke im Nahesehen mehr oder weniger überwunden werden sollen. Der Staat kann daher nur eine mittelbare Wirkung der sich verbreitenden oder vermehrenden Myopie entgegenstellen, wenn er für zweckmässige Beleuchtung, der Anatomie des jugendlichen Körpers entsprechende Schultische und Sitze, sowie für eine zweckmässige Vertheilung der Arbeitsstunden und Ferien sorgt; mehr kann er nicht. Der Hauptfehler, welcher im Allgemeinen bessere Erfolge als bisher nicht zugelassen hat, liegt auch nicht an den Lehrern, wenn sie die Körperhaltung von Schulkindern nicht genug beaufsichtigen, sondern vielmehr an den nächsten Erziehern, den Eltern und den Verwandten selbst. Ich habe es nur zu oft gesehen, dass die blosse Ruhe der Augen für bedenklich fortschreitende Fälle jugendlicher Myopie nur eine Art negativer Hülfe in der Behandlung bildet; denn wenn man solche Kinder wiederholt besucht und nach ihrer Lebensweise fragt, so erfährt man in der Regel, dass sie meist zu Hause zwischen den vier Wänden geblieben oder höchstens in die Stadt oder in kleine umgrenzte Gärten gekommen sind. Um eine vollständigere Entspannung des Accommodationsapparates zu erzielen, ist es unumgänglich nöthig, dass solche Kranke nur diejenigen Spaziergänge ausserhalb eines Ortes aufsuchen, auf welchen sie wirklich einen grössern Horizont erhalten; denn durch das Erzwingen einer grössern Divergenz der Sehaxen wird jene Entspannung viel stärker befördert und gleichzeitig durch die Recti dem Vorziehen des Augapfels beim Nahesehen durch ein Zurückziehen des Augapfels in die Orbita entgegenwirkt, das Ueberwiegen einer Muskelgruppe mithin bekämpft. Wo trotzdem Krampf des Ciliarmuskels beobachtet wird, ist es Sache des Arztes, dieses

Verhältniss zu prüfen und dreist durch Atropin zu beseitigen, wie es von Liebreich u. A. schon geschehen ist; dasselbe gilt von der Anwendung von Gläsern je nach dem relativen Falle, was Donders umfassend auseinandergesetzt hat (a. a. O. Behandlung der Myopie). Alle Geheimmittel gegen Myopie, deren sich selbst einzelne Aerzte im Geheimen, d. h. kleinern Kreisen gerühmt haben, nützen ohne jene grosse gymnastische Hülfe nichts; nur einen Umstand will ich aus meiner Erfahrung hier erwähnen. Als ich im Anfange meiner Praxis Kinder mit bedenklich fortschreitender Myopie zur Behandlung erhielt, sah ich das blosse Ausruhen der Augen nebst der orthopädischen Behandlung in der That oft nicht von einem solchen Erfolg begleitet, dass ich die Unruhe und Gemüthsbewegung gebildeter Eltern, welche nicht selten unbewusst die Accommodationsbreite durch bestimmte Distanzobjecte massen, hätte beschwichtigen können. Ich nahm daher bei der Speculation in der Behandlung meine Zuflucht zu der Idee eines veränderten Gewebes und verordnete ausser der Douche oft Ueberschläge eines adstringirenden Wassers, welche täglich $^1/_2$ Stunde lang regelmässig gebraucht wurden. Hier erlebte ich solche Erfolge, welche alle Parteien zufrieden stellten, d. h. die Myopie wurde zwar nicht reducirt, sie blieb aber in der Mehrzahl stehen, und die Kranken, welche schon nach kurzdauernder Arbeit Schmerzen, Augenmattigkeit, endlich Verschwinden der Gesichtsobjecte klagten, kehrten zu ihrer Arbeit mit Ausdauer zurück und setzten daher auch diese pharmaceutische Behandlung noch längere Zeit fort. Ich brauche dieselbe noch heute in ausgedehntem Masse bei Kurzsichtigen, wenn auch keine entzündlichen Erscheinungen vorhanden, sondern nur Zunahme von Myopie festgestellt ist. Sie fällt übrigens ganz mit der sogen. antiphlogistichen Behandlung der Myopie zusammen, die besonders bei Staphyloma posticum, Congestiverscheinungen u. s. w. schon so viel Nutzen gestiftet hat, dass jede fernere Lobrede überflüssig ist.

Von einer Atrophie des Ciliarmuskels habe ich bei meinen Untersuchungen nirgends eine Vermuthung fassen können,

obwohl man diese bei höhern Graden von Kurzsichtigkeit bisweilen gefunden zu haben angibt. Dieser pathologisch-anatomische Befund würde an sich auch nicht widerlegen, dass der Ciliarmuskel einst selbst die Ursache seiner krankhaften Veränderung gewesen sein könne; gegenwärtig kann ich nur von einigen Veränderungen berichten, die ich an der Zonula Zinnii und den Ciliarfortsätzen kennen gelernt habe.

Die Zonula Zinnii ist im Leben so von der Iris bedeckt, dass man sie nicht direct sehen kann; ihre Veränderungen sind daher ausser der pathologisch-anatomischen Untersuchung meist indirect durch Veränderungen im Linsensystem bei Verletzungen, spontanen Senkungen der Linse u. s. w. bekannt geworden. Die Perforation der Zonula ist, glaube ich, schon von einigen ältern Aerzten als im Leben bestehend und als Ursache spontan ausfliessenden verflüssigten Glaskörpers bei der Extraction angenommen worden, ohne dass bei dieser Operation eine Berstung der Zonula durch Druck Statt gefunden hatte. Selbst wenn man aber diese Thatsache bezweifeln wollte, kann ich für die im Leben schon vorhandene Perforation der Zonula mehr als einen Beweis liefern. Ist dieselbe nämlich in einem Auge vorhanden und man punctirt einen solchen Augapfel durch die Cornea, so sieht man nämlich erstens mehr Wasser auf Druck des Auges ausfliessen, als das Kammerwasser beträgt, zweitens aber ist ihre charakteristische Erscheinung die, dass die vordere Kammer nach der Paracentese derselben und dem fortgesetzten Druck auf ihre Oeffnung nie vollständig aufgehoben wird. Ich sah diese Erscheinung zuerst an einem Manne in den 40er Jahren (mit Irido-chorioideitis behaftet), dessen Kammerwasser trübe war und abgelassen wurde; die vordere Kammer wurde gar nicht leer, trotzdem die Sklera bereits an Umfang abnahm. Dieselbe Erscheinung bot sich an einem jungen Mädchen dar, welches an einem sehr hartnäckigen Pannus der Hornhaut litt, zu welchem schliesslich noch Iritis serosa hinzutrat. Als ich die Punction der vordern Kammer machte, trat eine solche Menge von Wasser aus, dass der Bulbus sichtlich einsank; die vordere

Kammer blieb dabei aber immer voll Wasser. Später machte ich an demselben Auge die Iridektomie, welche ohne Störung verlief und von günstigem Erfolg für den Pannus wie für die Iritis war. Die Durchbohrung der Zonula ist mithin in solchen Fällen immer mit einer theilweisen oder gänzlichen Auflösung des Glaskörpers verbunden.

Gesehen aber habe ich die Perforation der Zonula auch verschiedene Male direct und besitze schon einige Zeichnungen von ihr aus der Zeit, wo ich etwas über die Heilwirkung der Iridektomie bei Glaucom schrieb (Arch. f. O. IX. Bd. 1. Abth. S. 1). Ich habe bis jetzt Anstand genommen, den zweiten eigentlichen Theil jener Heilwirkung zu veröffentlichen, da es mir gerathen schien, erst noch weitere Sectionsergebnisse abzuwarten. Die Ansichten, die ich bis jetzt über die Ursache der so wohlthätigen Wirkung jener vorzüglichen Operation gewonnen habe, sind folgende. Ich halte nach v. Gräfe eine primäre innere Entzündung des Auges mit wesentlicher Betheiligung des Glaskörpers für eine Reihe von Glaucomfällen als die beste Erklärungsweise ihres Ursprungs; denn abgesehen von den Gründen, welche v. Gräfe selbst so ausführlich und genau für dieselbe angeführt hat, und welche ich daher nicht zu wiederholen brauche, beobachtet man ja genug Fälle von Irido-Chorioideitis, welche nicht ihren Ausgang in entzündliche Atrophie und Resorption des Glaskörpers mit Verkleinerung des Bulbus nehmen, sondern in Schwellung jenes und glaucomatöse Spannung des letztern übergehen. Diess geschieht an manchen Personen so schnell, dass man meines Erachtens nicht berechtigt ist, solche Fälle nach dem Verlaufe im principiellen Ursprunge von andern abzusondern; ich habe diese plötzliche Entzündung als acutes Glaucom selbst an Personen gesehen, welche fest versicherten, dass sie vorher auf dem von Entzündung befallenen Auge nie eine Sehstörung (geschweige denn chronisches Glaucom) gehabt hätten; unter diesen befand sich ein junger gebildeter Mann, der angab, seine Augen mehrmals einzeln geprüft zu haben, und welcher die Entzündung nur dadurch entstanden erklärte, dass

er bei einem starken Schnupfen, mit hinzutretender Conjunctivitis Tag und Nacht kalte Ueberschläge gebraucht habe. Auch Fischer beschreibt in seiner Augenheilkunde ein plötzlich auftretendes Glaucom von einem jungen Mädchen, welches unmittelbar darauf entstanden war, als die Kranke, die dicht an einem heissen Ofen genäht hatte, zur Winterszeit sogleich an die kalte Luft gegangen war. Und das, was man bei der Operation des acuten Glaucoms oft schon nach dem Einstich der Hornhaut beim Herausziehen des Messers in die Hand gespritzt erhält, ist zum grössten Theil verflüssigter, gelblicher Glaskörper.

Anders ist das Verhältniss allerdings beim chronischen Glaucom, wenn zu diesem eine lebhaftere Entzündung hinzutritt. Hier beobachtet man allerdings anfangs nur Spannung mit Excavation des Sehnerven, und die Entzündung ist lediglich Folge der ersteren. Die Spannung ist nun theils als Folge chronischen Glaskörperleidens, theils als Folge einer Hypersecretion durch Reizung der Secretionsnerven (Donders) oder Atrophie der Ciliarnerven und Aderhaut (Magni u. A.), sowie chronischer Chorioidealcongestion aufgefasst worden. Nach den drei Sectionsergebnissen, die ich von senilem Glaucom bis jetzt erhalten habe, kann ich unter gleichzeitiger Berücksichtigung des Augenspiegelbefundes weder eine vorhergehende schleichende innere Entzündung, noch eine Glaskörperentzündung mit Ausdehnung des Bulbus als Wesen des Processes ansehen, sondern muss zur Zeit noch das chronische Glaucom auf eine Einengung des Bulbusraumes durch Schrumpfung des Sklerageweb es in Folge fettiger Entartung seiner Bindegewebskörper auch nach dem letzten von mir untersuchten Falle zurückführen. Diese Entartung war auch hier im hintern Theile vorwiegend, ebenso auf die Lamina cribrosa verbreitet und vorzüglich auch um einzelne auf senkrechten Abschnitten der Sklera befindliche Gefässlumina deutlich. Dieses Wesen des chronischen Glaucoms erhält einen Zuwachs an Wahrscheinlickeit durch die Mittheilungen Pamard's (Thèse: du glaucome. Paris 1861), welcher (S. 40)

beschreibt, dass D. Cusco (an der Salpetrière) die Durchmesser der Augen vieler alter Frauen mit denen glaucomatöser verglichen und bei letztern Augen nach einem gewissen Zeitraume des Bestands vom Glaucom stets verminderte Durchmesser gefunden, sowie auch partielle Verdickungen der Sklera häufig beobachtet habe. Bei meinen Sectionsfällen ist übrigens der negative Befund für einige Gewebe, wie den Glaskörper und die Aderhaut, auch von einigem Werth, und was die Durchmesser im letzten Falle anlangt, so betrug in demselben die Augenaxe 25 Mm., der horizontale und verticale Durchmesser 26 Mm. In allen drei Fällen bestand noch 24 Stunden lang nach der Exstirpation der Augen eine so krankhaft erhöhte Spannung der Sklera, wie ich sie von einem andern exstirpirten Auge (ausser bei Glaucom durch innern Krebs) nach dem Tode nie kennen gelernt habe, und welches Verhältniss die Theorie von Roser sehr veranschaulicht, dass bei einigermassen eingetretener Spannung der Bulbuskapsel die Venenostien durch Compression (ähnlich einer Klappenwirkung) geschlossen werden. Diese Theorie erhält auch durch das plötzliche Verschwinden der Injection von Gefässen sehr bald nach der Operation einen weitern Stützpunkt. Die Hartnäckigkeit des chronischen Glaucoms, oder genauer gesagt, das Wiederkehren desselben trotz ein und selbst zwei Mal regelrecht ausgeführter Iridektomie deutet endlich auch darauf hin, dass bei diesem die Ursache oder das Wesen desselben anderswo liegt, als beim primär entzündlichen oder acuten Glaucom (ohne vorherigem chronischen); denn bei diesem beobachten wir in der Regel einen viel nachhaltigern Erfolg der Wirkung, als beim operirten chronischen Glaucom. Nach der Anschauung über das Wesen des Glaucoms könnte nun vielleicht auch die über die Heilwirkung der Iridektomie eine Modification erfahren; indessen glaube ich es gegenwärtig nicht mehr nöthig zu haben, bei der Betrachtung dieser Wirkung auf das Wesen besonders Rücksicht zu nehmen; es wird im Gegentheil noch mehr Interesse gewähren, wenn wir jene günstige Wirkung unter allen Verhältnissen aus einer objec-

tiven Anschauung entwickeln können. Diess wird nämlich dadurch ermöglicht, dass man alle iridektomirten Glaucomkranken sowohl im durchfallenden Lichte mit dem Binocularspiegel oder einem Mikroskop, als auch in der focalen Beleuchtung untersucht. Hierbei gelangt man für eine kleine Anzahl von wegen chronischem Glaucom Operirten zu der Ueberzeugung, dass der blosse Irisausschnitt das Heilmittel der Entspannung selbst abgegeben hat. Hier stimmt also die subjective Betrachtung mit der objectiven darin überein, dass der Irisausschnitt für sich schon eine Verminderung des Bulbusinhalts bedingt, die bei jedem erhöhten intraocularen Druck nur günstig wirken kann. Daher sehen wir auch jeder zweiten oder dritten Iridektomie immer wieder neue Entspannung folgen, wenn der Druck vorher wieder gestiegen war. Man kann nun zu dieser Wirkung den günstigen Umstand hinzufügen, dass die Zonula beim Aufschluss der hintern Augenkammer durch den Ausschnitt der Iris und die Communication der Kammern eine gewisse Entspannung selbst erfährt, dass ferner die Ciliarfortsätze, welche das Kammerwasser zumeist liefern, dasselbe weniger abgesperrt nach der vordern Kammer führen, so dass dieses nun leichter, d. h. schneller durch die Hornhaut dringen kann. Diess wären genauer bezeichnet die Umstände, welche man für eine gewisse Art von Ventilwirkung für den innern Bulbusraum an der iridektomirten Stelle geltend machen könnte, und was bereits zum Theil geschehen ist. Allein für eine grössere Zahl von Fällen reicht diese Erklärung nicht aus und entspricht auch nicht der Erfahrung, welche gelehrt hat, dass der Erfolg des Irisausschnittes nicht in seiner Grösse oder Wiederholung allein liegt, sondern mehr noch von seiner peripherischen Endlage abhängig ist, so dass der Ausschnitt die äusserste Grenze der Iris mit einbegreifen muss. Dieses nothwendige Verhältniss hat einen anatomischen Grund, der mit unserer Beobachtung genau harmonirt. Untersucht man nämlich die Zonula an Iridektomirten in der focalen Beleuchtung, so findet man gar nicht selten kleine dunkle Unterbrechungen der früher beschriebenen Linien, welche nichts

anderes als der Ausdruck kleiner Löcher oder Risse in der Zonula sind. Diese Perforationsstellen könnten nun als die Folge der Berstung durch den intraocularen Druck angesehen werden. Beim acuten Glaucom braucht man allerdings hierüber nicht zu discutiren; tritt nicht sofort beim Ausziehen des Messers schon eine bedeutende Quantität dünnflüssiger Masse von hinten nach vorn vor, so erscheint dieselbe doch sicher schon bei einigem Anziehen der Iris. Allein beim chronischen Glaucom ist die Sache anders; hier hängt es nicht vom innern Druck allein, sondern von der Willkür des Operateurs zugleich ab, eine solche Perforation zu erzeugen oder nicht. Zieht man nämlich die Iris sehr sanft an, während man abschneidet, so bleiben nicht bloss theilweise Irisreste zurück, sondern die benachbarten Theile werden dabei auch nicht verändert; zieht man aber die Iris zuletzt scharf an oder reisst sie etwas beim Abschneiden, so kann man den nachträglichen Austritt von Flüssigkeit zuweilen beobachten. Dann findet man später gewöhnlich auch eine Oeffnung in der Zonula, die ich selbst von der Kleinheit eines Nadelstichs gesehen habe. Ich halte diesen Umstand von Wichtigkeit; denn wenn eine so kleine Oeffnung nahe den Ciliarfortsätzen liegt, so kann man sie nicht mehr erkennen, denn die Zonula kann eben so gut an Stellen ihrer Verbindung mit den Ciliarfortsätzen bersten, ohne dass man diese sieht. Dass die Perforation wirklich Statt findet, habe ich auch dadurch kennen gelernt, dass ich in den Fällen zu geringen Anziehens der Iris beim Abschneiden oder wo die Palpation nach der Iridektomie die Entspannung des Glaskörperraumes nicht genug fühlen liess, mit einem kleinen Löffel dicht hinter der Wunde auf die Sklera gedrückt und nebst meinen Assistenten das Bersten der Zonula an dem plötzlichen Austritt einer kleinen Quantität Flüssigkeit gesehen habe. (Diesen Versuch konnte ich aber nur dann ausführen, wenn der Skleralschnitt ziemlich senkrecht auf die Ebene der Iris ganz dicht vor derselben traf. Das Bersten der Zonula bei scharfem Anziehen der Iris, nachträglich, nachdem das Kammerwasser schon abgelassen war,

habe ich dann vermisst, wenn ich die Sklera zu weit hinten angestochen hatte.) Indessen wird sich auch bei etwas verschiedener Wundlage der Satz gleichbleiben, dass die Zonula durch Druck ebenso bersten kann, wie durch ein rasches und scharfes Anziehen der Iris. Damit will ich natürlich nicht ableugnen, dass diess, in zu hohem Masse gethan, nicht nachtheilig werden könnte; denn ein heftiges Reissen kann unter Umständen in einzelnen Fällen eben so gefährlich (für purulente Chorioideitis) werden, wie ein Riss in die Hornhaut. Der Hauptzweck dieser Erörterung ist nicht bloss der, die Perforation der Zonula überhaupt darzuthun, sondern ihre Entstehungsart durch den Zug zu veranschaulichen. Man hat bekanntlich schon von einer Tenotomie des Tensor chorioideae als Heilwirkung der Iridektomie gesprochen; diese findet jedoch hier nicht Statt, wohl aber wird bei hinlänglich peripherisch gelegener Wunde und starkem Anziehen der Ciliarmuskel etwas nach vorn gezogen, mit ihm die Ciliarfortsätze und die Zonula nach der Wunde zu, die Zonula wird hierbei gespannt und reisst in verschiedenen Formen ein. Alles dieses lässt sich durch die focale Beleuchtung beweisen. Man findet nämlich die Ciliarfortsätze zuweilen ganz dicht hinter dem Falze und die Zonula von da nach der Linse zu etwas bergabsteigend. Die Zonula erscheint auch zuweilen etwas graulich trübe; ob die Regeneration von Glashäuten hier an der Zonula Statt finden kann, vermag ich nicht zu beurtheilen, da ich bis jetzt noch keine Perforationsstelle sich nachträglich schliessen gesehen habe.

Es fragt sich nun überhaupt, ob in diesen kleinen Perforationsstellen an sich etwas Heilendes für das Glaucom liegt, oder ob sie nicht eine einfache Nebenerscheinung bilden. Den weitern Einfluss derselben auf die Entspannung des Glaskörpers habe ich mit der focalen Beleuchtung natürlich nicht verfolgen können, und die theoretische Betrachtung lehrt schon, dass der Glaskörper etwas verflüssigt sein muss, wenn er austreten soll. Allein mit der ganzen Darlegung jener Heilwirkung will ich überhaupt nicht bekannt haben, dass ich

allein im Stande wäre, diese Wirkung zu erklären. Ich habe bloss das zu Hülfe genommen, was unserem Sinn und unserer Beurtheilung am nächsten lag; und wenn wir nun z. B. in der Eröffnung der Zonula bloss eine Oeffnung des Petit'schen Kanales oder gar nur einen Spalt in der Zonula hätten, so haben wir doch wenigstens ein Erklärungsmoment, welches dem Glaskörper gestattet, sich etwas auszudehnen. Wer überdiess seine am Glaucom längst operirten Kranken nachträglich auf diese Verhältnisse untersucht, der wird noch manches Andere finden, was ihn vielleicht befremdet. So habe ich z. B. an einer Kranken, die vor 8 Jahren mit bisher bleibendem Erfolg am Glaucom operirt wurde, gar keinen Zonularaum mit den Augenspiegeln gefunden; derselbe war schwarz bis auf eine kleine Stelle in dem einen Auge nach oben zu. Die focale Beleuchtung lehrte, dass hier die ganze Uvea aufsass, also durch Verklebung zurückgeblieben war. Hier konnte ich natürlich keine Perforation nachweisen, und doch war der Erfolg der Operation gut. An einer andern Kranken, die mit dem Entschluss zur Operation lange auf sich warten liess, war ebenfalls so viel Pigment auf der Zonula beider Augen, dass letztere zu den objectiven Accommodationsversuchen gar nicht zu gebrauchen war. Die Ciliarfortsätze waren überdiess ganz plattgedrückt und klebten an der äussersten Hornhautgrenze. Diese beiden Verhältnisse, das Verkleben der Uvea mit der Zonula und alsdann das Anlöthen der Ciliarfortsätze an die peripherische Grenze der Hornhaut habe ich in den Fällen gesehen, wo die vordere Augenkammer durch das Fortschreiten der Spannung schliesslich ganz aufgehoben war. Ob die Zonula hier vielleicht früher von selbst berstet und das Kammerwasser in den Glaskörperraum zurücktritt, dafür habe ich keinen Beleg; jedenfalls deuten alle jene Erscheinungen auf einen sehr hohen Druck. Vergleicht man aber eine solche angelöthete Uvea, von der man vor der Operation keine Ahnung hat, mit dem Pupillenschluss bei Irido-chorioideitis und Iritis, so könnte man diesen Vorgang an der Uvea, der jedenfalls secundär ist, jenem beim Pupillen-

verschluss an die Seite stellen. Indessen ist sicher auch die Iridektomie bei der Irido-chorioideitis ausserdem, dass sie die Spannung in der entzündeten Iris selbst mindert, dadurch von grosser Wirkung, dass chorioideales Exsudat nach vorn gelangt und die Spannung und Dehnung der Gewebe nach hinten zu vermindert wird.

Uebrigens habe ich auch zarte weisse Trübung der Zonula dicht an der Grenze der Ciliarfortsätze gefunden, von welcher ich nicht im Stande bin, Alter und Ursprung, ob vor oder nach der (reactionslosen) Operation entstanden, zu erklären.*) Es lehren nun nicht allein die beschriebenen Veränderungen, sondern die directe Untersuchung der Operirten überhaupt, wie sehr der Accommodationsmechanismus vom glaucomatösen Process betroffen wird, und dass man hier nicht bloss eine einfache Dehnung der Zonula durch den intraocularen Druck, sondern eine wirkliche Parese des Ciliarmuskels als Druckfolge vor sich hat. Ich brauche hierzu gar keine speciellen Beispiele anzuführen, da es aus den subjectiven Verhältnissen schon hinlänglich bekannt ist, dass Glaucomkranke vor der Operation mit starken positiven Gläsern oft kaum einen mittlern Druck zu lesen im Stande sind, während sie nach der Operation mit viel schwächern Gläsern viel feinere Sehproben bestehen können. Diess lässt sich objectiv am leichtesten verfolgen, wenn man sich nach der Iridektomie des Atropins gar nicht bedient hat; hier können zuweilen selbst kleine Synechieen an den Ecken des Irisausschnittes vorhanden sein und die Pupille sich gehörig verengern, ohne dass man anfangs das Vortreten der Ciliarfortsätze und die Verbreiterung des Zonularaumes in lebhafterer Weise sieht. Nach Verlauf von mehreren Wochen erholt sich aber der Ciliarmuskel von seiner Druckparese so, dass jene Bewegungserscheinungen wieder so

*) Die Theorie der Schrumpfung der Sklera bei chronischem Glaucom hat übrigens in dem Umstande, dass das Glaucom auch entspannte Augäpfel, wie linsenlose nach der Extraction nicht verschont (Arch. f. O. X. 12. Abth.), einen weitern Stützpunkt für sich.

deutlich wie an einem normalen Auge auftreten, falls die Linse nicht zu viel an Elasticität durch ihre Härte verloren hat. Eine einfache Ausdehnung der Zonula vermöchte diess mithin gar nicht zu erklären, und der paretische Zustand des Muskels steht auf gleicher Stufe mit jeder andern Parese, welche durch einen Stoss, durch innere Krankheiten, wie Diphtheritis, oder durch Erschöpfung vorkommt. Die bekannte Erfahrung, dass Kranke nach schweren Krankheiten sich vom Arzt zuweilen eine Convexbrille anmessen lassen, dieselbe nach einiger Zeit, als nicht mehr nöthig, aber bei Seite legen oder sie dem Arzte als überflüssig vorlegen, beweist weiter nichts, als dass der Ciliarmuskel sich erholt und der Arzt sich darum keineswegs getäuscht hat; im Gegentheil thäten namentlich glaucomatöse Kranke viel besser, ihre auffällig fortschreitende Presbyopie mit Nachlass in der Ausdauer beim Arbeiten dem Arzte zur Begutachtung bei Zeiten vorzustellen, anstatt immer stärkere Gläser für sich zu wählen, da sie doch keine Beobachtungen über die Verminderung der Sehschärfe, Beschränkung des Gesichtsfeldes, Spannungszunahme u. s. w. an sich anstellen. (Die Muskelparese, welche nach Diphtheritis auftritt, habe ich zwar nicht an Iridektomirten beobachtet; indessen habe ich fast in allen Fällen noch einen Rest von Ciliarmuskelwirkung dadurch beobachtet, dass man am sogen. Porus opticus bei stärkerem Nahesehen immer noch ein geringes Undeutlichwerden feinerer Gefässe oder des Bindegewebes daselbst beobachten konnte. Einzelne solcher Kranken habe ich täglich mit dem Augenspiegel untersucht und an ihnen gesehen, dass die volle Muskelkraft zuweilen in einem Zeitraum von 24 Stunden wieder erwacht und hiermit zugleich die subjective Untersuchung in vollem Einklange war. Es scheint mir daher auch gar nicht wahrscheinlich, dass örtliche Entzündungsverhältnisse oder Ernährungsstörungen bei dieser Parese vorhanden sind, umsomehr, als das Calabar hier seine volle Wirkung nicht versagte.)

Die allmähliche Erholung des Ciliarmuskels, welche man nach der Operation des Glaucoms objectiv feststellen und mit

ihr zugleich beweisen kann, dass der Druck der Retina und des Sehnerven nicht die alleinigen nachtheiligen Folgen jenes Processes sind, bestätigt nun ebenfalls, dass die Veränderungen, welche das Atropin in dem Accommodationsapparat hervorruft, wirklich so sind, wie ich sie beschrieben habe, und die Erscheinungen daher mit Recht als die der Atropinparese bezeichnet werden können. Es fragt sich aber, ob wir diesen Erscheinungen nicht noch einige vortheilhafte Seiten für die wichtige Lehre von der Einwirkung des Atropins auf das menschliche Auge abgewinnen können.

Es ist allgemein anerkannt, dass die Einführung der Mydriatica in die ärztliche Praxis zu Anfang dieses Jahrhunderts eines der grössten Verdienste Himly's ist; denn wer möchte wohl heutzutage ohne jene Mittel ausübender Arzt sein, nachdem dieselben einen so ausgedehnten Nutzen gestiftet und namentlich in ihren Alkaloiden eine viel mildere und dabei doch stärkere, sichere Wirkung erhalten haben, als sie die früheren Extracte zu leisten vermochten. Kein Wunder daher, dass diese Alkaloide mit einer besondern Sehnsucht begrüsst und für das ärztliche Wirken verlangt wurden. In Deutschland hat diess zuerst ein Secundärarzt der hiesigen Augenheilanstalt, Dr. Ed. Oehler, in der Zeitschrift für Ophthalmologie von F. A. v. Ammon (II. Bd. 2. H. S. 222. Dresden 1832) ausgesprochen, und indem er sagt: „Jeder Augenarzt, welcher bei der Untersuchung und Behandlung kranker Augen von dem Hyosciamus und der Belladonna Gebrauch gemacht hat, wird sich nicht selten von der unsichern Wirkung dieser Mittel überzeugt haben", beweist er zugleich, dass diese Mittel in den frühern Decennien nicht, wie Manche geglaubt haben, nur zur Erweiterung der Pupille bei Katarakten, sondern auch zur Behandlung von Entzündungen gebraucht worden sind, und ich habe schon im Jahre 1846 bei Ph. Ritterich häufig das Atropin und Hyosciamin bei Iritis anwenden und die äussere Wirkung der Alkaloide durch den gleichzeitigen innern Gebrauch des Pulvers und der Extracte von den Mydriaticis vortheilhaft unterstützen gesehen.

Noch viel früher finden wir von Giov. Baratta (Osservaz. prat. sulle princip. malattie degli occhi. Milano 1818. 2 T.) erwähnt, dass er sehr oft den grössten Nutzen von starken Dosen der Belladonna innerlich bei heftigen Entzündungen erhalten habe, und nach der Beobachtung von zwei Vergiftungen durch Belladonnaextract (welches aus Versehen mit Infus. Sennae verwechselt und ungefähr in der Dosis von grXV—3i genommen worden war) kann ich allerdings diesen günstigen Einfluss auf die Beseitigung heftiger Iritis bestätigen*); indessen sind die Alkaloide schon äusserlich so wirksam, dass jener innere Gebrauch dadurch überflüssig geworden ist, und namentlich hat der verschiedenartige äussere Gebrauch der Alkaloide ihre Wirkung und Anwendung in der neuern Zeit noch vervollständigt. Indessen finden wir auch für diesen äussern Gebrauch schon schätzenswerthe Beiträge aus früherer Zeit. Honold (Dr. C., Diss. Schwäbisch-Hall, Hessel'sche Buchhandlung) hat zunächst nach Oehler das Atropin und Hyosciamin genauer und zwar 1) in den höchsten Graden der Verdünnung ($^1/_{100}$—$^1/_5$ und $^1/_{10000}$) für sich, 2) im Verhältniss zu den Extracten und 3) nach den Applicationsstellen und der Applicationsart geprüft. Er ist auch der Erste, welcher an sich selbst mittels schwacher Lösungen, die er wiederholt eintröpfelte, die cumulirende Wirkung schwacher Dosen bewiesen hat, ein Verhältniss, welches sich in der Praxis bei gewissen Krankeiten schon hinlänglich nützlich bewiesen hat.

Die Wirkung der Mydriatica besteht nun in der Lähmung der die innern organischen Muskeln des Auges versorgenden Zweige des N. oculomotorius und gibt sich theils in der Erweiterung der Pupille, theils in der Verminderung oder Aufhebung des Accommodationsvermögens kund. Vermittelt

*) Die Personen, beide erwachsen, waren 24 Stunden betäubt, die Muskeln gelähmt, Puls und Respiration verlangsamt; die Erholung trat nach diesem Zeitraume bald und ohne nachtheilige Folgen ein. (Eine recht gute Diss. inaug. über die innere Wirkung des Atropins aus früherer Zeit ist von Dr. Schotten (Marburg 1842), welche ausser eigenen Versuchen auch Experimente von Ludwig enthält.)

wird diese Wirkung durch das Ueberführen des wirksamen Princips jener Narcotica in das Innere des Auges selbst, so dass der Humor aqueus, auf andere Augen übertragen, wiederum mydriatisch wirkt (s. de Ruiter-Donders, de act. atrop. in iridem. Traj. ad Rh. 1853 u. Nederl. Louret III. S. 432). Die Lähmung des Ciliarmuskels folgt etwas später als die des Sphinkters der Iris (Donders) im subjectiven Versuch; ich habe diess für die volle Wirkung des Atropins auf den Ciliarmuskel ebenfalls objectiv an Iridektomirten bestätigen können. Die Wirkung des Atropins auf die Iris und den Ciliarmuskel ist nun durch die vorzüglichen Untersuchungen verschiedener Forscher bereits so bekannt, dass wir uns hier nur mit der Frage beschäftigen, wodurch der wohlthätige Einfluss der Mydriatica auf das entzündete Auge eigentlich begründet wird. Nach den bis jetzt herrschenden Ansichten ist es einestheils die Lähmung des Oculomotorius, anderntheils die Reizung des Sympathicus und endlich ein narcotisirender Einfluss auf den N. trigeminus, welche die nützliche Wirkung der Mydriatica bei vielen Augenentzündungen bedingen. Es ist schwer, den Einfluss dieser Mittel auf den Sympathicus und den Trigeminus zu beweisen; am ehesten könnte man den letztern noch vertreten, da das Atropin nicht bloss auf Neuralgien beschwichtigend gewirkt hat, sondern auch am Auge, örtlich angewandt, eine sehr häufig überraschend schnelle Schmerzverminderung bei Iritis und mit dieser mehr oder weniger complicirten Entzündungsformen bedingt. Ich habe nun sehr oft auf die Zeit des Eintritts dieser nervenberuhigenden Wirkung des Atropins geachtet und gefunden, dass diese im Allgemeinen mit dem Zeitraum der beginnenden Erweiterung der Pupille (10—15 Min. nach der Anwendung) zusammenfällt. Dieser Zeitraum würde gleichzeitig der erfolgten Resorption des Atropins in das Innere des Auges entsprechen; da wir aber diese beruhigende Wirkung bei manchen Formen von Hornhautentzündungen noch früher erwarten könnten, so dringt sich uns immer mehr die Ansicht auf, dass die Heilwirkung der Mydriatica vorzugsweise in der Lähmung des Oculomotorius

besteht. Ich glaube auch, dass man diese Ansicht rechtfertigen kann, wenn man diese Nervenwirkung mit ihrem günstigen Einfluss auf physikalische Verhältnisse zurückführt. Für's Erste habe ich eine Reihe von Entzündungsexperimenten an Kaninchen ausgeführt, welche den Zweck hatten, den Einfluss der Erweiterung der Pupille (durch starke Lösungen und pulverisirte Atropinkrystalle, in den Bindehautsack gelegt) auf die durch Entzündung erweiterten und daher sichtbaren Irisgefässe kennen zu lernen. Es wurde zu diesem Behufe einestheils Iritis durch verschiedene Reizmittel hervorgerufen, anderntheils wurden aber auch Verbindungen der Iris mit der Kapsel und Hornhaut künstlich erzeugt, bei welchen mehrmals stärkere Gefässentwickelung eintrat. Ich habe diese Entzündungsfolgen im Allgemeinen auf die Methode erlangt, dass ich die Hornhaut punctirte und die Punctionsstellen mit dem Lapisstift kürzere oder längere Zeit berührte. Die Verbindungen mit der Kapsel wurden durch Reizung der Iris mit der Nadel, geringe Einschnitte der Kapsel und gleichzeitige oder nachträgliche Reizung der Hornhaut durch den Lapisstift erzielt. Hier zeigte sich nun durchgehends, dass die erzwungene Erweiterung der Pupille ein Erblassen, selbst Verschwinden ganzer Gefässe in der Iris zur Folge hatte; ja diess war sogar an solchen Stellen der Iris bemerkbar, welche Synechieen mit der Kapsel eingegangen waren, so dass also die Iris hier nicht zurückgezogen werden konnte. Im Anfange der Wirkung trat allerdings stets eine vermehrte Röthung der Gefässe ein; wurde die starkmydriatische Behandlung aber mehrere Tage fortgesetzt, so konnte man die auffälligste Verminderung der Gefässe beobachten. Diese Resultate stimmten sonach mit denen überein, die ich in einigen günstigen Fällen von fadenförmigen, frischen und gefässhaltigen Synechieen an blauäugigen Menschen gewinnen konnte. Thiere mit brauner Iris eignen sich hierzu nämlich viel weniger; recht deutlich sieht man diesen Unterschied, wenn man ein blaues und braunes Kaninchenauge vergleicht, nachdem man beide stark mit Atropin behandelt hat. Im braunen Auge

sieht man gar nichts von einer Röthung der Iris nach dem Atropingebrauch überhaupt; tröpfelt man aber dem einen Auge eines Kaninchens mit heller Iris Atropin ein und vergleicht dieses Auge mit dem nicht atropinisirten, so sieht man, dass das erstere gegen letzteres röthlicher erscheint. Es ist also hier (ohne Entzündung) eine physiologische, durch Atropin bedingte Irishyperämie vorhanden, welche ungefähr 24 Stunden wahrzunehmen ist, und die ich auch mit dem Mikroskop bestätigt habe. Ich halte sie für eine physikalisch bedingte dadurch, dass die Iris im stark erweiterten Zustande weniger Blut aufnehmen kann, als im nicht erweiterten, und sonach beim Uebergange jenes Zustandes in diesen eine temporäre (relative) Blutfülle auftritt.

Somit hätten wir durch diese Experimente zwei Beweise für die Pathologie gewonnen, nämlich: 1) dass der Blutgehalt einer entzündeten Iris durch starke Erweiterung der Pupille geringer wird, 2) dass wir bei vielen Menschen mit dunkler Iris eine Hyperämie derselben gar nicht sehen können, mithin auch bei jeder sogen. gereizten engen Pupille, wenn sie auch noch beweglich ist, eine Irishyperämie annehmen können, sobald das Ciliargefässlager über der Sklera, bei Keratitis, Episkleritis, starken Conjunctiviten u. s. w., lebhaft injicirt ist.

Diese Experimente habe ich schon anfangs des vorigen Decenniums begonnen, verschiedenen Zuhörern demonstrirt und auch einen kurzen Vortrag über die vorübergehende physiologische Irishyperämie bei der Atropinwirkung auf der Versammlung der Naturforscher zu Göttingen im Jahre 1854 gehalten. In dem Kreise von Chirurgen und Ophthalmologen, welcher sich zu einigen ophthalmologischen Besprechungen daselbst bildete, wurde mein Thema durch einige ältere Herren Collegen aber nur zu bald in eine rein praktische Frage verwandelt, indem man sagte, dass die Mydriatica erst dann wirkten und nützten, wenn die Macht der Entzündung gebrochen sei; bei heftiger Entzündung schadeten dieselben mehr. Ich wollte mit meinem Experimente gerade das Umgekehrte beweisen, dass man unter Berücksichtigung der Antiphlogese

bei der Behandlung der Iriten einen schnellern Erfolg erziele, wenn man die Mydriatica so zeitig wie möglich anwendete. Diese Erfahrung hat die neuere ophthalmologische Schule durch den allgemeinern und umsichtigern Gebrauch*) der Mydriatica bei vielen Formen von Augenentzündungen vollständig bestätigt, so dass gar kein Zweifel mehr über den ausgedehnten Nutzen der Mydriatica herrscht, und man kann diess bei einfachen Formen von Iritis schon dadurch beweisen, dass man viele derselben durch Atropin ganz allein heilt. Hierbei lässt sich auch am reinsten beobachten, dass die Verminderung der subjectiven Beschwerden und die Abnahme der Capillarinjection um die Hornhaut von dem Datum an beginnt, an welchem die stärkere Erweiterung der Pupille eintritt, mögen dabei Synechieen bestehen oder nicht.

Eine fernere Wirkung der Mydriatica besteht nun aber auch in der Lähmung des Ciliarmuskels. Man hat schon mehrfach erwähnt, dass bei verschiedenen Entzündungen der Binde- und Hornhaut ein krankhafter Reflex des Reizes vom Trigeminus auf den Sphinkter der Iris, also auf den Oculomotorius Statt finde. Wir können die Thatsache allerdings nicht verleugnen, dass wir durch Reizung der Horn- und Bindehaut eine Verengung der Pupille hervorrufen können; die Pupille kann sich dabei aber auch durch blosse Association verengen, da auf solche Reize immer zugleich Orbicular- und äusserer Muskelkrampf eintritt; auch sieht man bei der blossen Titillation der Iris mit der Nadel, dass sich die Pupille dabei nicht verengt. Nach meiner Ueberzeugung ist man daher genöthigt, die Verengung der Pupille bei Reizung des Trigeminus an der Horn- und Bindehaut erst auf jenem Umwege zu erklären oder einen verminderten Einfluss des Sympathicus auf den Tonus des Erweiterers der Pupille anzunehmen. Meine Vermuthung, dass jene Verengung der Pupille eine nur dem Orbicular- und Muskelkrampfe associirte sei, erhält einigermassen Bestätigung

*) Besonders hat A. v. Gräfe das Verdienst, diesen allgemeinern Gebrauch durch seine Schriften zuerst mit eingeführt zu haben.

durch eine andere Erfahrung. Wenn man bei einer Oculomotoriuslähmung und gleichzeitiger Mydriasis die Lider auseinanderhält und dem Kranken sagt, dass er die Lider stark zusammenkneipen möge, so sieht man in dem Momente der Intention des Kranken hierzu sofort eine mitunter beträchtliche Verengung der Pupille eintreten. Obgleich dieses Experiment nun mit dem Trigeminus nichts zu thun hat, so zeigt es doch die Mächtigkeit des Associationsreizes. Ganz ähnlich kann es sich nun auch mit dem Ciliarmuskel bei schmerzhaften Entzündungen verhalten, und hier haben wir den wichtigen Umstand noch zu berücksichtigen, dass Capillarhyperämien nie auf so abgeschlossenen Territorien in der Natur vorkommen, wie sie in Lehrbüchern dargestellt werden, um die Klarheit für den Schüler aufrecht zu erhalten. Bei lebhaftern Injectionen des Ciliargefässlagers um die Hornhaut können wir sogar mit Sicherheit annehmen, dass das sogen. Ciliarsystem nicht frei von Affinitäts- oder Collateralhyperämie ist; umsomehr wird alsdann aber auch die von mir nachgewiesene Vorwärtsbewegung und Schwellung der Ciliarfortsätze durch die Contraction des Ciliarmuskels von Einfluss auf Reizerhöhung im Ciliarsysteme sein, und wir können somit der Lähmung des Oculomotorius im Tensor die wichtigen physikalischen Folgen einer Abschwellung der Ciliarfortsätze und eines Rückzuges von der Iris nach hinten zu beimessen. Ich habe nun früher wiederholt betont, dass ich ein Berühren der Ciliarfortsätze an der hintern Fläche der Iris beim stärksten Nahesehen nie wahrgenommen hätte. Diess schliesst aber deshalb noch nicht aus, dass die Ciliarfortsätze in einem geschwollenen Zustande durch primäre Congestion und unter starkem Krampfe des Tensor dennoch ein solches Verhältniss zulassen; bei erhöhtem Druck von hinten lernten wir diess schon einige Male nach der Glaucomoperation kennen; besonders leicht wird diess aber zu Stande kommen, wenn bei einer Entzündung zugleich eine Perforation der Hornhaut Statt findet. An einem Knaben, welcher an Meningitis cerebralis starb, konnte ich diess wenigstens bestätigen. Derselbe bekam auf dem rechten Auge eine starke

Chemosis der Conjunctiva mit Exophthalmus des Auges; die Hornhaut wurde an einer Stelle graugelb getrübt und perforirte bald. Kurz darauf starb der Knabe unter oft wiederkehrenden Nackenkrämpfen. Bei der Obduction wurde die Meningitis und auch der Exophthalmus (durch Empyem der Orbita) bestätigt, und der perforirte Augapfel zeigte in seinem Innern eine Entzündung der Iris und Aderhaut. Die Iris war mit der Linsenkapsel locker verklebt; als ich diese bis zur Peripherie abzog, fand ich die Ciliarfortsätze nicht allein mit der Zonula an ihren Spitzen verklebt, sondern diese ragten selbst bis über den Rand der Kapsel und waren hier an dem Endtheil oder der sogen. Insertion der Zonula festhaftend und plattgedrückt. Da nun die Ciliarfortsätze nie diese Stelle erreichen, so konnte diese Verklebung hierselbst nur durch die Perforation und deren physikalische Folgen vermittelt worden sein.

Eine günstige Wirkung der Mydriatica auf das entzündete Auge kann aber endlich auch in dem Umstande gesucht werden, dass die Lähmung des Oculomotorius nicht allein den Krampf des Ciliarmuskels beseitigt, sondern überhaupt den Glaskörperdruck bei der durch den Willen und durch die Association hervorgerufenen oder bloss tonischen Contraction dieses Muskels aufhebt. Wir begegnen hier der Ansicht, die vorzüglich v. Gräfe für die Wirkung der Mydriatica zur Geltung gebracht hat, dass nämlich der intraoculare Druck durch dieselbe vermindert werde. Nach dem, was ich bereits über den Glaskörperdruck ausgesprochen, muss ich auch hier für diese Ansicht mit einstehen und natürlich wiederholen, was zu Gunsten derselben spricht. Wir hatten gefunden, dass bei vielen Personen durch anhaltendes Nahesehen der bekannte Venenpuls im Auge auftritt, während er vorher nicht zu sehen war; wir hatten ferner beobachtet, dass (besonders bei jungen Myopen) der Sehnerv beim Nahesehen überhaupt blässer erschien, trotzdem wir ihn durch stärkere Spiegel beleuchteten; einzelne radiäre Gefässe erschienen selbst bei starkem und anhaltendem Nahesehen zeitweilig blässer, weil etwas in die

Substanz des Nerven eingedrückt; ebenso erschienen kleine Arterienzweige bei manchen Personen im Nahesehen ohne scharfe Contouren, man mochte die Instrumente für das stärkere Brechungsverhältniss einstellen und corrigiren, wie man wollte; wir haben endlich bis in die neueste Zeit gesehen, dass die Retinalvenen bei manchen Personen nach längerm Nahesehen und Uebergang zum Sehen in die Ferne ganz unzweideutig anschwellen (was nachträglich auch durch eine sogen. Drehscheibe mit verschiedenen Hohlgläsern beim aufrechten Bilde, um jede optische Täuschung zu controliren, bestätigt wurde); wir haben demnach der Aufforderungsgründe genug, um den verminderten Glaskörperdruck für ein entzündetes Auge zu suchen. Von Schneller (Arch. f. O. II. 2. S. 95) erhalten wir einen der besten Belege hierzu, da er fand, dass die Retinalgefässe ein weiteres Volumen nach der Mydriasis darboten. Donders (Kuyper, Onderz. over de kunstmatige verwijding v. d. oogappel. Utr. 1849 u. A. d. R. u. O. S. 499) trägt nun aber Bedenken, dass diese Beobachtung für verminderten Druck spreche, und sagt: „Die Accommodationslähmung ist sicherlich nicht im Stande, diess zu erklären, denn wenn selbst bei der Accommodation eine zeitweilig gesteigerte Spannung entstünde, so würde die zwischen Resorption und Secretion bestehende Verbindung, ebenso wie wir es beim Druck mit dem Finger auf's Auge beobachten, dieselbe unmittelbar durch Resorption einer geringen Menge von Flüssigkeit wieder aufheben.“ Dieses Verhältniss der Ausgleichung zwischen Glaskörper- und Blutdruck nebst seinen Folgen ist allerdings nicht abzuleugnen; allein warum Donders glaubt, dass gerade deswegen die Schneller'sche Beobachtung nicht durch eine Verminderung des Glaskörperdruckes in Folge der Atropinparese des Ciliarmuskels erklärt werden könne, diess sehe ich nicht ein. Donders muss allerdings voraussetzen, dass derselbe Spannungsgrad, den das Auge vor der Atropinparese hatte, während derselben durch eine vermehrte Secretion wieder ausgeglichen und hierdurch die Erscheinung des stärkern Durchmessers wieder aufgehoben werde. Allein welches

ist denn der normale Spannungsgrad, bei welchem jene Verhältnisse sich stets das Gleichgewicht halten? Gibt es überhaupt einen solchen? Nachgewiesen ist er bis jetzt wenigstens noch nicht, und wir haben auch gar keinen Grund, einen solchen für alle Fälle anzunehmen; wir können im Gegentheil behaupten, dass ein vielfältiger Wechsel in jenen Verhältnissen fortwährend vor sich geht und ein Mal der active Glaskörperdruck durch den Ciliarmuskel vermehrt und auf die Gefässe übertragen wird, das andere Mal aber nicht; kein Beispiel ist hier einschlägiger, als die Venenschwellung nach längerem Nahesehen und dem Uebergang zum Fernesehen. Wenn wir ferner ein Auge sanft aber anhaltend mit dem Finger drücken, so beobachten wir nach Donders' eigenem Zugeständniss (Arch. f. O. Bd. I. 2. S.) eine dementsprechende Anschwellung der Venen; diese dauert allerdings kaum eine Minute, weil sie durch vermehrte Secretion so bald wieder aufgehoben wird; allein nach dem, was ich gesehen habe, dauert das stärkere Caliber der Retinalgefässe bei der Atropinparese auch nicht die ganze Zeit der Atropinwirkung hindurch, trotzdem möchte ich aber einen verminderten Druck im Glaskörperraum noch nicht leugnen, denn wir finden ja den Augapfel nach einer längern Behandlung mit Atropin überhaupt viel weicher.*) Am sichersten könnte allerdings die Tonometrie diese Verhältnisse aufklären, wäre diese Kunst, selbst mit den besten Instrumenten ausgeführt, nach meiner Erfahrung, wegen der Kugelgestalt des Auges und der Verschiebbarkeit desselben nicht eine so mangelhafte, dass man sie für feinere Verhältnisse, wo unser Fingergefühl nicht mehr ausreicht, gar nicht brauchen kann. Ich bin daher zur feinsten Tonometrie zurückgegangen, welche wir in dem Fingerdruck besitzen, während wir gleichzeitig optisch die Verengung der Retinalvenen beobachten. Hier habe ich nun gefunden, dass man kurze Zeit nach dem Eintritt einer starken Mydriasis weniger Druckkraft

*) Diess ist in neuerer Zeit durch Experimente von Wegner (A. f. O. XII. Bd. 2. A. 1—22) bewiesen.

zur Verengung der Venen zu verwenden braucht, als ohne Mydriasis und während das beobachtete Auge ein nahes Object fixirt. Ich halte daher die druckvermindernde Wirkung des Atropins auf den Glaskörper durch die Ciliarmuskellähmung für erwiesen und sehe demgemäss dieses physikalische Verhältniss als ein bei vielen Augenentzündungen nützliches an. Die wichtige Erfahrung, dass anhaltend mit Atropin behandelte Augen sich weicher anfühlen, haben übrigens auch viele andere Aerzte zugestanden, und sie wird dadurch in ihrem Werth noch erhöht, dass man nach aufgehobener Wirkung des Atropins den Augapfel wieder resistenter findet, als vorher. Für die günstige Wirkung des Atropins bei verschiedenen Augenkrankheiten brauchte man eigentlich die Druckfrage gar nicht so peinlich zu verfolgen, da schon die Ruhe des Ciliarmuskels oder die Verhinderung seiner activen Wirkung von Bedeutung für ein entzündetes Auge ist; allein der Glaskörperdruck hat nach meinem Dafürhalten eine so grosse Wichtigkeit für die progressive Myopie, dass man diese ohne ihn gar nicht zu erklären im Stande ist, wenn man sich nicht mit halben Gründen, wie sie der äussere Muskeldruck bietet, begnügen will. Die Beobachtung junger Myopen durch den Augenspiegel führt nämlich zu der Frage, wie sich der Ciliarmuskeldruck auf den Glaskörper in seiner Folge für die hintern Augenhäute bei verschiedenem und zwar angeborenem Spannungsgrade des Augapfels verhalten werde. Für das normale Auge hat die Erfahrung gelehrt (Donders, Arch. f. O. I. 2. S. 102), dass der Unterschied zwischen dem Seitendrucke, unter welchem Blut und Glaskörper stehen, um so grösser ist, je stärker die Arterien ausgedehnt sind, und umgekehrt; das geringere Lumen der Arterien beim künstlichen Drucke auf das normale Auge beweist daher schon, dass der Druck des Glaskörpers zugenommen hat. Wenn wir nun bei einer Reihe von Augen beobachten, dass dieselben einestheils mässig starke Venen, noch mehr aber auffällig geringe Durchmesser der Arterien haben, so können wir die Frage aufwerfen, ob dieses Verhältniss die Folge des Glaskörperdruckes oder viel-

leicht ein angeborenes ist? Im erstern Falle müsste der Glaskörperdruck ausserordentlich und eben so anhaltend sein, um jenes zu erklären; mithin können wir diese Erklärung als eine unwahrscheinliche verlassen. Sollte es jedoch Augen geben, welche mit dünnern Arterien im Augengrunde geboren würden, als andere, so könnte man doch von der Möglichkeit sprechen, dass ein geringerer Arteriendruck dem Glaskörperdruck durch den Ciliarmuskel in Verbindung mit den äussern Muskeln nicht den Widerstand entgegenzusetzen vermöchte, der zu einem Gleichgewicht beider gehört und eine allmähliche Ausdehnung der hintern Augenhäute bei zu anhaltender Anstrengung der Augen verhütet; ein verminderter Arteriendruck könnte dann gleichzeitig auch ohne die Ciliarmuskelwirkung eine verminderte Resistenz des ganzen Bulbus bedingen.

Diese Ansicht ist eine Vermuthung, die man allerdings nicht sicher zu begründen im Stande ist; es findet sich aber in einem Umstande dafür einen Anhaltepunkt. Ich habe nämlich seit mehreren Jahren bei jungen Myopen, die zu mir kamen, gleichviel ob sie hereditär oder erst zufällig kurzsichtig geworden waren, gefunden, dass viele dieser Personen ein geringeres Caliber der Retinalgefässe und namentlich der Arterien besassen, als man diess bei normalsichtigen Augen sieht. Auffällig wird dieses Verhältniss gradezu, wenn man diese Personen Hypermetropen gegenüberstellt, welche im Allgemeinen viel stärkere Gefässe besitzen. Jenes dünnere Caliber kann nun zwar auch als Folge der Ausdehnung der Augenhäute, mithin der gleichzeitigen Dehnung der Gefässe nach der Länge aufgefasst werden; allein ich habe es auch im ersten Beginn der Myopie schon gefunden und halte es darum einer weiteren Beachtung werth, denn es wäre doch nicht ganz unmöglich, dass diejenigen Myopien, welche einzelne Aerzte nach schweren Krankheiten entstehen sahen (trotzdem sie als solche durch die Accommodationsbreite nicht näher gekennzeichnet worden sind), wirklich als Refractionskrankheit bestanden und durch verminderten Arteriendruck von Seite des Herzens vermittelt wurden. Kurzsichtige Augen gehören übrigens immer

zu den weniger gespannten und bieten im Allgemeinen auch eine gewisse Immunität gegen Glaucom dar.

Selbst wenn man aber auch zugibt, dass Glaskörper- und Blutdruck in jedem Auge in einem gewissen Verhältniss zu einander stehen, welches nach Veränderungen wieder so ausgeglichen wird, dass es den angeborenen Zustand des Auges darstellt, so wird man doch nicht wegleugnen können, dass ein sehr häufiger Wechsel jenes Verhältnisses oder ein sehr anhaltender Glaskörperdruck durch den Ciliarmuskel auch nachtheilig wirken kann. Seit Jahrhunderten weiss man, dass vielen Augen anhaltende Anstrengung in der Nähe schadet, und schon ziemlich zwei Decennien haben wir durch den Augenspiegel gesehen, dass manche krankhafte Veränderungen im Augengrunde vorzüglich durch jene Anstrengung gesteigert werden; soll diess denn nun Alles bloss der Lichtreiz und die Convergenz der Sehaxen erklären? Es ist sehr zu wünschen, dass diese langdauernde und üble Lücke unsrer Kenntniss baldmöglichst durch anderweitige Untersuchungen ausgeglichen werde; denn bei dem Raume, welchen eine Bibliothek über die Diätetik des Auges vom vorigen und diesem Jahrhundert einnimmt, nimmt sich jene Lücke in ihrer Bedeutung wirklich sonderbar aus! Vor Allem dürften fortgesetzte manometrische Untersuchungen hier besonders verdienstvoll werden, wie sie in neuerer Zeit Gruenhagen und Adamuek begonnen haben, von welchen der Letztere (Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1866. No. 36) den Einfluss des Ciliarmuskels auf erhöhten intraocularen Druck bei seiner Wirkung sehr wahrscheinlich gemacht hat. Gruenhagen (Zeitschr. v. Henle u. Pfeufer. 1866. 2. u. 3. H. S. 238) hat allerdings die treffende Bemerkung gemacht, dass es an einem angestochenen Bulbus überhaupt schwer sein dürfte, den normalen Spannungsgrad eines Auges zu ermitteln; indessen sind doch seine Resultate über den Einfluss eines erhöhten Blutdruckes als auch des äussern Druckes von Muskeln (mit Einschluss der organischen Muskeln in der Augenhöhle), der sich auf Reizversuche des Auges an seinem Instrumente kundgab, von der Art, dass sie

für die Aufklärung des nachtheiligen mechanischen Actes, der sich im Auge bei zu anhaltender Anstrengung für die Nähe entwickelt, von Bedeutung zu werden versprechen. Die Schwierigkeiten, welche dieser Gegenstand dem Forscher bietet, darf man allerdings nicht unterschätzen; allein bei einiger Ausdauer in der Untersuchung findet man doch zuweilen scheinbar geringfügige Momente, welche bei genauerer Betrachtung einen weiten Lichtschein über ein noch dunkles Feld werfen. So erging es mir, als ich am Schlusse dieser Abhandlung nach einem Mittel suchte, die von mir mitgetheilten Beobachtungsresultate für Andere auf eine einfachere und weniger anstrengende Weise der Untersuchung zu erzielen, als es mir selbst zu erreichen möglich war. Jeder Beobachter hegt natürlich den Wunsch und die Hoffnung, dass man sich von der Wahrheit seiner Mittheilungen überzeugen möge; da nun aber zu diesen Beobachtungen über den Accommodationsmechanismus ein grösserer Zeitaufwand, sowie auch ein instrumentales Material gehört, welches nicht jeder besitzt (die Einübung mit demselben noch nicht gerechnet), so fiel für mich ein grosser Theil jener Hoffnung hinweg. Ich fand aber endlich ein einfaches Mittel, durch welches man sich in kurzer Zeit von den Hauptsätzen meiner Erfahrungen überzeugen kann, in der Anwendung des Calabars auf iridektomirte Augen.

Das Calabar hat bekanntlich die Eigenschaft, die Pupille zu verengern und einen Accommodationskrampf hervorzurufen, bei welchem der Ferne- und auch der Nahepunkt auf einige Zeit hereinrückt. Die Versuche mit dem Calabar sind so exact angestellt und ausführlich beschrieben worden*), dass

*) Vergl. Thom. Fraser, Diss. Edinb. 31. Juli 1862. D. A. Robertson, Edinb. Med.-Chir. Soc. 4. Febr. 1863. Harley-Hulke, Bowmann, Soelberg-Wells, Med. Tim. and Gaz. Mai u. Juni 1863. v. Graefe, Deutsche Klinik 1863, No. 29 u. Arch. f. O. X. Bd. Hamer, Geneesk. Tijdzobr. Juli 1863. Rosenthal, Arch f. Anat. u. Phys. 1863. Schelske, Klin. Monatsbl. 1863, S. 380. B. Ruete, Diss. (Arch. f. Heilk. V. 2). Donders, Verh. d. Ophth. zu Heidelb. i. J. 1864 u. Anom. d. Acc. u. Refr. S. 515—527.

ich mich hier nur auf die sichtbaren Veränderungen am Accommodationsmechanismus beschränke, welche von jenem abhängig sind.

Ich wendete das Calabar theils schwach (frisch bereitetes Extract aus der Bohne grβ—$\mathfrak{Z}$i Aqu. dest.), theils stark in grössern Portionen der Gelatine an. Die schwachen Dosen habe ich selten gebraucht, da sie hier weniger belehrend sind, als die stärkern; die letztern wurden wiederholt an einigen Iridektomirten angewendet, ohne dass diesen hieraus ein Nachtheil erwachsen wäre. Bei frühzeitiger Anwendung nach der Iridektomie wurde allerdings die Wundgegend des Skleralfalzes stets auf einige Tage stärker injicirt; die Versuche für den Accommodationsmechanismus wurden nur bei solchen angestellt, welche keine Verbindung der Iris mit der Kapsel an einer Wundecke zeigten. Einzelne solcher Synechieen wurden übrigens durch abwechselnden Gebrauch von Atropin und Calabar beseitigt. 20—25 Minuten nach der Anwendung des Calabars sieht man nun die Ciliarfortsätze unter gleichzeitiger allmählicher Anschwellung etwas vortreten und mit 45 Minuten die volle Wirkung des Calabars darstellen. Dieselbe dauert mehrere Stunden, lässt dann etwas nach, bleibt aber, besonders bei stärkerer Anwendung des Mittels, oft zwei bis drei Tage noch sichtbar. Durch wiederholte Anwendung an ein und demselben Auge wurde die Wirkung mit der Zeit schwächer, jedenfalls durch Gewohnheit des Nervenreizes im Oculomotorius; denn erst nach einer Pause von mehreren Wochen trat die Wirkung wieder stärker ein. Das Vorrücken und Schwellen der Fortsätze wird nirgends so deutlich gesehen, als in der Calabarwirkung, und ist bei allen Personen ohne Unterschied des Alters wahrzunehmen. Man braucht hier auch nicht das Mikroskop mit dem Fadenkreuz im Ocular anzuwenden, um das Vorrücken zu constatiren, sondern man sieht diesen Effect nebst der Schwellung schon mit dem Binocularspiegel, während der Kranke denselben Punkt in einer gewissen Ferne fixirt, den er vor dem Einlegen des

Calabars betrachtete. Noch sicherer verfährt man allerdings mit der Beobachtung, wenn man sich die Zahl und den Grad der vorstehenden Ciliarfortsätze bei gleichbleibendem Stande des Beobachters zum Auge des Kranken vor dem Calabarisiren desselben abzeichnet und diese Zeichnung dann mit dem Resultate der Calabarwirkung vergleicht. Um hierbei die Ciliarfortsätze immer unter gleichem Winkel zu betrachten, ist es am besten, wenn man sich selbst ein kleines Stück schwarzes englisches Pflaster an einer Stelle des Gesichts aufklebt, welches der Kranke stets bei der Untersuchung fixirt; denn da das Calabar die Ciliarfortsätze stets stärker vorwärtsbewegt, als diess das blosse Nahesehen thut, so kommt es auf die Entfernung, in welche der Kranke sieht, gar nicht an; sollte nun aber derselbe seinen Kopf ein Wenig drehen, so bleiben dessen Augenaxen doch immer in demselben Verhältniss zum Beobachter, wenn er den kleinen schwarzen Punkt auf dessen Gesicht fixirt. Ich habe mir das Pflästerchen theils auf das Ohrläppchen, theils mitten auf die Stirne so geklebt, dass der Iridektomirte dasselbe noch über den Binocularspiegel hinweg sehen konnte; für Glaucomoperirte, welche den Ausschnitt der Iris an der äussern Seite haben, ist die letztgenannte Stelle die bequemste. Ausserdem kann man den Kranken auch einen bestimmten Bogen von rechts nach links und umgekehrt beim Sehen in die Ferne und in die Nähe beschreiben lassen, wenn man den verschiedenen Stand der Ciliarfortsätze ohne Calabar beobachten will. Ich habe mich nun eines eigenen Binocularspiegels (ähnlich dem Lawrence'schen) zu diesen Versuchen bedient; da man die Erscheinungen bei denselben aber ebensogut mit dem Giraud-Teulon'schen sehen kann und dieser Spiegel im Besitz der meisten Augenärzte ist, so empfehle ich diesen zu der Untersuchung, jedoch mit dem wichtigen Zusatze, dass man beim gleichzeitigen Gebrauch der starken prismatischen Convexgläser noch eine planconvexe Linse 10—12 (je nach dem Brechzustande des Beobachters) vor die Oeffnung der Prismen hinter dem Beleuchtungsspiegel mit Wachs aufklebt; denn die gewöhnliche Vergrösserung bei

diesem Spiegel ist sonst zu schwach für diese Verhältnisse. Hat man nämlich die Ciliarfortsätze vor dem Calabargebrauch gezählt und gemessen, so sieht man $^3/_4$ Stunde nach demselben alle Fortsätze genau in derselben Form, die sie vorher hatten, mehr vorragen und dicker erscheinen; an den Ecken des Irisausschnittes findet man alsdann zuweilen auch ein oder zwei Fortsätze mehr, oder, wenn man sie schon vorher sah, doch viel stärker vorgetreten, sodass man je nach der Grösse des Ausschnittes 5—6 statt 3—4 Ciliarfortsätze zählt. Ihr Abstand zum Linsenrande ändert sich natürlich etwas, wenn der Linsenrand gleichzeitig mehr oder weniger nach innen weicht; bei jungen (besonders normalsichtigen) Personen weicht dieser bekanntlich stärker nach innen, und der Zonularaum wird daher breiter, als bei alten Personen. Wer nun kein binoculares Mikroskop besitzt, um diess noch genauer zu messen, der kann sich dieses Abstandsverhältniss schon denken, wenn er nach dem Calabar die Fortsätze weiter vorn und den Zonularaum breiter findet. Das Calabar bietet nachfolgenden Beobachtern mithin eine wesentliche Unterstützung in der Beurtheilung meiner Angaben dar, und ich bedurfte dieses wichtigen Mittels umsomehr, als schon Beobachtungen über die Ciliarfortsätze bei der Accommodation aus früherer Zeit vorliegen, welche meinen Angaben widersprechen, in Bezug auf Beobachtungstreue aber vorzügliche Gewährsmänner für sich haben. So sagt u. A. unser hochgeschätzter College Ed. v. Jaeger (Ueber die Einstellungen des dioptrischen Apparates im menschlichen Auge. Wien 1861. S. 152): „Die Annahme, dass die Processus ciliares einen Druck auf den Rand der Linse ausüben können, entbehrt dermalen noch jeder Begründung, indem alle bisherigen Untersuchungen und Beobachtungen stets unter physiologischen Verhältnissen einen deutlichen Abstand der Processus ciliares vom Linsenrande nachgewiesen haben.

„Bekannt ist es, dass man sich bei angeborenem Irismangel, nach Iridektomieen oder Iridodialysen, selbst bei sehr starker Erweiterung der normalen Pupille, stets leicht mit Hülfe des

Augenspiegels von einem beträchtlichen Abstande der Processus ciliares vom Linsenrande überzeugen kann. Ich habe aber auch wiederholt Individuen untersucht, welche nach Ausschneidung eines Theils der Iris noch ein beträchtliches Accommodationsvermögen besassen, und auch in diesem Falle konnte ich mich bisher während des Accommodationsvorganges von keiner Veränderung im Abstande der Processus ciliares vom Linsenrande überzeugen. In einzelnen Fällen gelang es mir selbst bei seitlicher Einsicht einen Theil der Processus ciliares und des Linsenrandes hinter dem ausgebreiteten Theil der Iris wahrzunehmen, und auch an dieser Stelle blieb stets der gleiche Abstand beider von einander während der Accommodation unverändert; hierdurch ist jedenfalls der Einwurf widerlegt, dass die Processus ciliares an der Stelle des Irismangels ein anderes Verhalten ausweisen, als da, wo sie noch in Verbindung mit derselben stehen."

So lieb es mir ist, dass ich in dem letzten Ausspruche einen vorzüglichen Beobachter für die normale Stellung der Ciliarfortsätze bei Irisausschnitten mehr anführen kann, so muss ich mich doch trotz aller bisherigen Mittheilungen noch ein Mal für meine Untersuchungen vertheidigen; denn es ist mir erstens nie gelungen, die Ciliarfortsätze bei erweiterter Pupille je zu sehen. Ich habe schon angeführt, dass sie bei Irisausschnitten durch Atropin so zurückgezogen erscheinen, dass man sie bei erweiterter Pupille schon aus dem Grunde nicht sehen könnte. Was aber den Umstand anbelangt, dass die Ciliarfortsätze bei der Accommodation nie ihren Abstand zur Linse verändern sollen, so wüsste ich gar nicht, wie man diess physikalisch erklären wollte; denn der geehrte College gibt in seiner Lehre über den Accommodationsvorgang, die mit der meinigen ziemlich übereinstimmt, selbst zu, dass der Linsenäquator beim Nahesehen kleiner wird und die Ciliarfortsätze nach vorn bewegt werden; mithin kann sich der Abstand beider nicht gleichbleiben. Das Verhältniss meiner Differenz zu v. Jäger ist genau dasselbe, wie zu Donders;

denn wenn dieser es noch für zweifelhaft hält, dass der Linsenäquator sich beim Nahesehen vermindern sollte, weil er es bei seinen Iridektomieen nicht beobachten konnte, so heisst das gegenüber dem, was er über den späten Fund eines richtigen Masses für die Accommodationsbreite sagt, nichts anderes, als: ich habe kein Mass besessen, um die Veränderung des Linsenumfanges zu ermitteln. Ich wäre selbst noch über den wahren Stand der Ciliarfortsätze unter allen ihren Verhältnissen in einen Abgrund der Täuschung gerathen, wenn ich mich mit meinen monocularen Messungen (selbst durch das Mikroskop) begnügt hätte und nicht noch zur rechten Zeit durch eine subjective Betrachtung auf diese Gefahr aufmerksam gemacht worden wäre. Hierdurch wird es auch jedem klar werden, warum ich mich früher über den Ausdruck des Vorrückens der Ciliarfortsätze genauer aussprechen musste; denn bei einem möglichen Streit über die genauere Bezeichnung dieses Begriffs kommt alles auf den zu Grunde gelegten Massstab an. So sagt z. B. v. Jäger (S. 151) selbst: „Dieses Vor- und Einwärtsrücken der Processus ciliares gegen die Axe des Auges als Resultat der gleichzeitigen Contraction der Binnenmuskeln wird durch die Zunahme des Ciliarmuskels an Dicke unterstützt, vielleicht auch in gleicher Weise durch eine Anschwellung der Processus ciliares in Folge eines grössern Blutgehaltes.“ Diese Angabe ist auch ganz richtig; allein für den Fall, dass die beobachtete Bewegung der Processus beweisen soll, ob sie durch Ringmuskeln des Tensor geschieht oder nicht, beweist sie eben nichts, weil sie bei einer senkrecht durch's Auge gelegten Linie zu allgemein ist; hier kann bloss der Winkel, unter welchem die Fortsätze, vorn angelangt, die Augenaxe treffen, entscheiden, wie sie diese Axe schneiden, und ob sie dabei einen immer gleichen Stand zur Linse haben oder nicht. In Fig. III habe ich früher die Richtung der Bewegung der Ciliarfortsätze genauer bezeichnet, und diese Zeichnung gilt auch für die Wirkung des Calabars, welche ich fast in jedem iridektomirten Auge geprüft habe, nachdem ich die gewöhnlichen Accommodationsversuche angestellt hatte.

Hierbei lernte ich in zwei Fällen an bejahrten Personen, welche wegen chronischem Glaucom operirt worden waren, eine merkwürdige Erscheinung kennen, die meines Erachtens noch mehr Klarheit in die Lehre vom Mechanismus der Accommodation bringt. Diess ist das Linsenschwanken bei der Accommodation für die Nähe. Das Linsenschwanken ist durch das auffällige Irisschlottern, welches man mit unbewaffnetem Auge sieht, schon aus frühern Zeiten hinlänglich bekannt und beruht im geringsten Grade auf einer Erschlaffung der Zonula, kann aber bei fortschreitendem (schleichend entzündlichem) Process zu einer stärkern Maceration der Zonula und des Glaskörpers führen, sodass sich die Linse schliesslich senkt und noch anderweitige bedeutende Veränderungen für das Gesicht eintreten (s. Sichel, Oppenheim's Zeitschr. Hamburg. XXX. Bd. u. 4. H.). Das Irisschlottern ohne Linsenbewegung kommt aber auch als physiologische Erscheinung besonders bei grosser vorderer Kammer (überhaupt, nicht bloss bei Myopen) vor. In diesem Falle fehlt das Schlottern der Linse jedoch, welches man an dem Schwirren der Spiegelbilder unter der Loupe leicht erkennt, wie ich früher angab (s. Ueber Glaucom, Entzündung. Leipzig 1858). Damals hatte ich schon beobachtet, dass das Schwirren der Linsenreflexe bei kurzen Bewegungen des Auges deutlicher hervortritt, besonders wenn man dem Kranken ein Object in der Nähe vorhält und dieses verfolgen lässt, während umgekehrt bei gleichen Bewegungen im Fernesehen dasselbe viel geringer wird. Ich glaubte daher früher, dass die Bewegungen des Bulbus durch die äussern Muskeln während dem Nahesehen erschütternder für eine inliegende schwankende Linse seien, als während dem Fernesehen; die Erscheinung steht jedoch in gar keiner directen Beziehung zu den äussern Muskeln überhaupt, wie mich die Beobachtung des Linsenschwankens an Iridektomirten durch den Binocularspiegel lehrte. Ich fand dasselbe nämlich zuerst, als ich die Kranken vor der Anwendung des Calabars untersuchte und dieselben zwei gleiche Bogen beim Sehen in die Nähe und in die Ferne beschreiben liess. Beim Fernesehen beobachtete

man nichts, als die Ruhe sämmtlicher Accommodationstheile; als ich aber den Finger etwas unter den Binocularspiegel hielt und denselben verfolgen liess, trat mit dem Vortreten der Ciliarfortsätze das Linsenschwanken ganz deutlich ein. Die Bewegungen der Linse waren äusserst gering, wie ich durch die Untersuchung der Spiegelbilder nachträglich fand, sodass man sie durch diese kaum, noch viel weniger aber durch die Iris erkannt haben würde; durch den dunklen Rand der Linse gegen den erleuchteten Hintergrund wurde die Erscheinung aber vorzugsweise deutlich, und der Kranke, an welchem ich dieselbe zuletzt untersuchen und wiederholt studiren konnte, hatte auf beiden Augen beträchtliche Excavation des Sehnerven und las bald nach der Operation auf dem rechten Auge nur No. 8 Jäger durch + 7, mit dem linken Auge aber No. 2 durch + 10. Snellen No. XX las er mit dem rechten Auge in 5, mit dem linken in 10 Fuss Distanz. Das Schwanken der Linse war auf beiden Augen während dem Nahesehen ganz gleich, ebenso die Bewegung der Ciliarfortsätze; deutliche Verminderung des Linsenumfanges bei ruhigem Uebergange vom Ferne- zum Nahesehen vermochte ich aber eben so wenig an dem linken als an dem rechten Auge wahrzunehmen, soviel ich auch Versuche darüber angestellt habe. Ich konnte nur das früher beschriebene charakteristische Verhältniss für Presbyopie höheren Grades in Folge harter Linse wieder bestätigen, dass bei einer gleichbleibenden Richtung der Sehlinie des Beobachters zum Zonularaum des beobachteten Auges, welches beim Uebergange vom Ferne- zum Nahesehen ebenfalls die gleiche Richtung zum Beobachter beibehält, der Zonularaum durch das Vortreten der Ciliarfortsätze und die Unveränderlichkeit des Linsenrandes im Nahesehen kleiner oder schmäler, statt breiter erscheint. Es fragte sich nun, wie man das Linsenschwanken erklären sollte, welches auf beiden Augen in gleicher Weise nur beim Nahesehen eintrat. Ich wendete daher zunächst auf dem einen (rechten) Auge Calabar an, um nähern Aufschluss hierüber zu erhalten. Drei Viertelstunden nachher liess ich den Kranken verschiedene

Gegenstände in der Ferne rasch nach einander fixiren und verglich beide Linsen hierbei durch den Binocularspiegel. In dem mit Calabar behandelten Auge machte die Linse bei der Bewegung der Augen fortwährend kleine Schwankungen, während diese im linken Auge vermisst wurden. Da man nun die äussern Muskeln hiernach nicht als Ursache der Bewegung ansehen konnte, wenn sie auch durch die Bewegung des Auges immer die entfernte Bedingung für die der Linse waren, so konnte möglicher Weise die Iris Ursache derselben sein. Indessen war diess bei dem Krampfe, den der Sphinkter der Iris selbst erhielt, gar nicht wahrscheinlich; denn man sollte eher glauben, dass die Iris, welche mit dem Pupillenrande der Linse auflag, das Linsenschwanken vermindert, statt vermehrt hätte. Ich ging daher zur Anwendung des Atropins über, nachdem im Verlaufe mehrerer Tage die des Calabars bereits verschwunden war. Zwanzig Minuten nach Einträufelung des Atropins (gri—ʒi) in demselben Auge waren die Ciliarfortsätze schon bedeutend zurückgetreten, und ich liess nun den Kranken meinen Zeigefinger etwas unterhalb des Binocularspiegels fortwährend verfolgen, während ich ihn immer hin und her führte. Hier war jedoch kein Linsenschwanken mehr zu bemerken, ich mochte die Bewegungen so schnell ausführen lassen, wie ich wollte, und das Linsenschwanken blieb so lange völlig aus, bis die Atropinwirkung wieder verschwunden war. Dieselben Versuche mit Calabar wurden später auch auf dem linken Auge angestellt und hatten denselben Erfolg. Dieser konnte nun in nichts anderem bestehen, als darin, dass der Apparat, welcher die Linse am Glaskörper trägt oder festhält, beim Nahesehen und in der Calabarwirkung lockerer, beim Fernesehen und durch das Atropin wieder fester oder gespannt wurde; denn ein blosser Druck oder Volumsverminderung in der vordern Kammer ist nicht im Stande, eine Linse zum Zittern zu bringen, die fest in ihrem Aufhängeapparate liegt, wie jedes gesunde Auge lehrt. Die Ursache der Erscheinung muss daher in diesem Apparate liegen und beim Sehen in die Nähe

durch eine krankhafte Veränderung irgend eines seiner Theile bedingt werden. Zunächst wird man auf eine zu starke Erschlaffung der Zonula hingeführt, welche beim Nahesehen durch die Ciliarmuskelwirkung eintritt. Hier hätten wir einen der besten Belege für die Richtigkeit der Zonulaerschlaffung bei der Ciliarmuskelcontraction und mithin vielleicht auch für die Theorie, welche vorzugsweise auf dieses mechanische Moment von Helmholtz gegründet worden ist. Man könnte dann sagen, dass die krankhafte Veränderung am Aufhängebande der Linse, welche das Linsenschwirren ausnahmsweise erzeugt, in einer zu starken Ausdehnung der Zonula durch den früher vorausgegangenen intraocularen Druck beim Glaucom bestände, welcher ja bekanntlich Linsen bis zur hintern Hornhautwand drängt. Diese Ansicht würde ich vollständig billigen, jedoch noch nicht für genügend halten, um mit ihr den mechanischen Vorgang im Accommodationsact, sowie auch das Linsenzittern erschöpfend zu erklären. Nehmen wir nämlich an, dass die Linsen in dem genannten Falle durch Erhärtung in Folge des Alters an Elasticität und vielleicht auch an Volumen verloren haben, sodass sie nicht mehr convex werden und auch die Zonula dementsprechend nicht mit nach vorn nehmen können, so geht doch hieraus noch nicht hervor, dass sie beim Nahesehen schwanken müssen, selbst dann nicht, wenn man ihre Schwere und eine verminderte Spannung des Inhalts der Augenkammer, also einen verminderten Druck mit als Gelegenheitsmomente für die Bewegung in Rechnung bringen wollte; denn die Linse ist nicht allein durch die Zonula befestigt, sondern sie hängt mit ihrer hintern Wand durch die Kapsel fest an der tellerförmigen Grube, also an der vordern Fläche des Glaskörpers; es ist also wissenschaftlich geboten, auch diesen Theil zu berücksichtigen. Ohne eine Erschlaffung auch dieses Theiles ist mithin die ganze Erscheinung gar nicht zu erklären, und wir haben sonach in ihr einen seltnen Beweis dafür, dass nicht bloss die Zonula, sondern auch der vordere Theil des Glaskörpers durch die Hyaloidea bei der Ciliar-

muskelwirkung einen Zug nach vorn und innen erfährt, wie ich früher schon andeutete. Man hat hiergegen nun erwidert, dass der Glaskörper incompressibel sei; diess gestehen wir naürlicher Weise auch zu, allein seine Form ist mit Berücksichtigung dessen, was wir über den Glaskörperdruck auf die Gefässe im Augengrunde gesagt haben, doch einer Veränderung fähig. Ein Schmälerwerden seines Querdurchmessers kann durch die momentane Ciliarhyperämie, welche die Ciliarmuskelcontraction bewirkt, und das Dickerwerden des Muskels ausgeglichen werden; tritt ferner seine vordere Oberfläche nahe der Linse etwas nach vorn, so kann die vermehrte Convexität wiederum durch eine vermehrte Concavität der tellerförmigen Grube ausgeglichen werden. Diese Veränderungen am Glaskörper würden nun allerdings hypothetische Annahmen sein, wenn man gar keine Beweise für sie aufbringen könnte. Wir haben aber deren zwei, die sich nicht zurückweisen lassen. Für's Erste hat der Meister der kritischen Beobachtung selbst gelehrt, dass der Krümmungshalbmesser der vordern Linsenfläche sich beim Nahesehen um 2, 3 bis 4 Millim., der Krümmungshalbmesser der hintern Linsenfläche ungefähr um 1 Millim. verkleinert. Sollte man diese Veränderung an der hintern Fläche nur durch den peripherischen Theil der Linse, der nicht mehr den vordern Theil des Glaskörpers berührt, vermöge seiner Aenderung erklären können? Mir erscheint diess nicht leicht möglich. Zweitens aber haben wir in dem Calabar ein ausgezeichnetes Mittel, welches beweist, dass die Zonula auch in den Augen nach vorn und innen bewegt wird, welche nur eine sehr geringe oder gar keine Accommodation mehr haben. Diess habe ich nämlich durch die focale Beleuchtung an sehr bejahrten Leuten und auch an dem alten Herrn mit dem Linsenschwanken gefunden. Während ich nur mit Mühe die Zonulabänder ohne Calabar als weisse Linien, mit dunklen abwechselnd, sehen konnte, gelang diess sehr leicht nach der Anwendung des Calabars, trotzdem dass die Iriscontraction den Raum für auffallendes Licht etwas beschränkte. Ich habe früher schon

selbst erklärt, dass man auf den Seitendruck der Linse allein gar nicht das ganze Gewicht der Ciliarmuskelwirkung legen kann, sondern dass diese einen Complex von Momenten hervorruft, unter welchen die Zonulabewegung und die Elasticität der Linse einen der ersten Plätze einnehmen; wollte man aber den Druck, den der Ciliarmuskel direct und indirect ausübt, ganz leugnen, so wären wir eben nicht im Stande, das, was man am lebenden Auge sieht, vollständig zu erklären. Dass ein solcher Druck auf eine harte Linse keinen Einfluss mehr ausüben kann, widerlegt denselben ebensowenig, als eine nach vorn gehobene Zonula allein genügt, die Linse convex werden zu lassen. Der wichtigste Umstand in dem Falle des Linsenschwirrens ist allerdings der, dass Atropin dasselbe aufhebt, mithin die Linse in ihrer Aufhängung am Glaskörper wieder befestigt; wenn man aber berücksichtigt, dass nicht bloss die Zonula hierbei wieder zurückgeht, sondern auch die tellerförmige Grube etwas flacher wird, so schwindet das scheinbar Widerlegende dieser Erscheinung gegen den Ciliarmuskeldruck. Wir könnten den Cilarmuskeldruck für die Linse vom physiologischen Standpunkte aus recht gut entbehren, wenn wir ihn nicht als Pathologen zu berücksichtigen und zwar zu befürchten hätten. Nehmen wir den nicht selten vorkommenden Fall an, dass Jemand eine Kapselwunde erhält. Mit Hülfe der Epithelien an der Innenfläche der Kapsel, einer ruhigen Lage des Kranken und des Atropins auf das verwundete und geschlossene Auge heilen solche Kapselwunden erfahrungsgemäss oft auf eine befriedigende Weise mit Glashautneu- oder Narbenbildung (Bindegewebe zumeist von den Epithelien gebildet). Nach welcher Theorie wird nun das Klaffen einer solchen Kapselwunde mehr oder weniger verhütet, nach der Theorie der blossen Zonulaentspannung und unter der Calabarwirkung, oder nach der Theorie des gleichzeitigen Ciliarmuskeldruckes und der Aufhebung dieses Druckes durch Atropin? Nach der ersten Theorie würde die Spannung der verwundeten Kapsel stärker bei der Atropinwirkung sein müssen; denn wenn der Zonulazug im physiologischen Zustande beim Fernesehen schon

so bedeutend sein soll, dass er bei einem ganz ungünstigen, peripherischen Ansatze eines kurzen Bandes die Elasticität der Linse nebst der der Kapsel überwindet, wie würde dann dieser Zug bei völlig aufgehobener Wirkung des Muskels sein? Man könnte dagegen sagen, dass das Atropin vorzüglich dadurch nützlich wirkte, dass es die Iris von der Kapsel wegzöge. Diess ist auch wahr; nehmen wir aber an, dass die Verwundung an einem Iriderämischen geschähe; würden wir an einem solchen mit mehr Vortheil Calabar anzuwenden versuchen? Nach meiner Erfahrung würde ich diesen Versuch nicht wagen, denn ich habe eine Frau, N., 40 J., aus F. in Sachsen, an schleichender Iritis mit einer schmalen hintern Synechie und punctirter Trübung und theilweiser Auflösung des Glaskörpers hinter der Linse behandelt, der das Calabar sehr übel bekommen war. Man hatte ihr dasselbe, ich weiss nicht, aus welchem Grunde, empfohlen oder verordnet; genug, sie kannte das Mittel sehr gut, hatte aber jedes Mal nach der Anwendung desselben einen solchen heftigen Schmerz im Auge und derartigen Schwindel bekommen, dass sie volle acht Stunden lang in horizontaler Lage hatte zubringen müssen. Aus diesem Beispiele geht allerdings nur so viel hervor, dass das Calabar kein nützliches Mittel für Iritis und Iridochorioideitis bildet; Herr Hamer hatte aber als Gesunder auch 6 Stunden schmerzhafte Tensorkrämpfe, welche bei der Bestimmung des Nahepunktes unerträglich wurden (s. Donders a. a. O. über Calabar S. 518); als Pathologen haben wir daher ein gewisses Recht, eine Theorie auch in der Casuistik zu prüfen, und ich wollte mit dem obigen Beispiele der Kapselverwundung nur darlegen, dass die sogen. Zonulatheorie bei ihrer Einfachheit in manchen Punkten auch auf Widersprüche führt, wenigstens dann, wenn man sich auf eine Discussion über den Grad der Spannung der Linse durch die Zonula einlassen will.

Das Calabar ist endlich auch das beste Mittel, um die Ciliarfortsätze, die Zonula und den Linsenrand in der focalen oder seitlichen Beleuchtung zu untersuchen. Der Nutzen des-

selben ist hier ein mehrfacher; denn erstens erspart seine Wirkung denjenigen Aerzten, welche einen Binocularspiegel nicht haben, die Anwendung desselben und überhebt sie auch der mühsamen Vorbereitungen, welche die Beobachtung der Theile des Accommodationsapparates für den verschiedenen Accommodationszustand des Auges während der focalen Beleuchtung erfordert. Ferner übertrifft die Wirkung des Calabars unter allen Umständen die Wirkung der Näheaccommodation, sodass wir die objectiven Erscheinungen der letzteren mit grösserer Deutlichkeit wahrnehmen können; und endlich stellt es einen für längere Zeit fixirten Zustand her, sodass man mit Musse und ohne Berücksichtigung einer bestimmten Augenstellung die Accommodationstheile untersuchen kann. In letzterer Hinsicht ist das Calabar für die Lehre der Accommodation sogar von wissenschaftlicher Bedeutung; denn es erleichtert die Messung des veränderten Abstandes der Theile während der Nähe- und Ferneaccommodation ganz wesentlich. Ich habe schon früher erwähnt, dass die Untersuchung der Accommodationsveränderung im durchfallenden Lichte mit dem Augenspiegel nicht genügt, um die Ciliarmuskelwirkung in ihrem ganzen Umfange zu beurtheilen; dasselbe gilt aber auch von der Untersuchung mit der seitlichen Beleuchtung, wenn sie monocular ausgeführt wird; beide Methoden müssen daher durch die binoculare Untersuchung unter der seitlichen Beleuchtung vervollständigt werden, wenn sie Anspruch auf grösstmögliche Genauigkeit der Ausführung machen wollen. Die letztere Methode ist allerdings für den Beobachter die schwerste; indessen ist die monoculare Untersuchung mit focaler Beleuchtung im Allgemeinen schon hinreichend, das Wichtigste der objectiven Accommodationslehre zu erfassen, und der Beobachter hat hier weiter nichts zu thun, als die Ciliarfortsätze, die Zonula und den Linsenrand zunächst während der Ferneaccommodation des Auges zu untersuchen (oder noch besser, abzuzeichnen) und den Zustand dieser Theile hier mit dem der nachherigen Anwendung des Calabars zu vergleichen. Die focale Beleuchtung ist in ihrer Anwendung nun so bekannt,

dass ich es kaum wagen würde, über sie hier noch etwas zu sagen; indessen habe ich doch noch nirgends etwas Genaueres über ihre Verwerthung für die Gegend, die uns hier interessirt, gelesen, mit Ausnahme der v. Jäger'schen Stelle (a. a. O.). Da nun überhaupt Tausende von Iridektomieen in Deutschland allein ausgeführt worden sind, ohne dass die Untersuchung hier angewendet oder beschrieben worden wäre, da selbst ein so geübter Beobachter, wie v. Jäger, bei der seitlichen Untersuchung nicht zu den Resultaten gelangte, die ich beschrieben habe und welche ich nicht hätte beschreiben können, wenn ich sie nicht gefunden hätte, so möge man es hierdurch entschuldigen, wenn ich eine kurze Anleitung zur Untersuchung in der seitlichen Beleuchtung für den Zonularaum hier folgen lasse. Man hat hierzu nichts nöthig, als eine gute achromatische Loupe von der möglichen Stärke, wie sie das Auge eines Beobachters noch gebrauchen kann, und die bekannte Beleuchtungslinse No. 2 oder $2^1/_4$. Die Hauptsache bei der Untersuchung ist nun die Aufstellung der Lampe für den Beobachter; diese darf nicht etwa seitlich vom Kranken aufgestellt werden, sondern sie muss nahe dem Beobachter stehen, so dass das Licht nahe seiner Gesichtslinie durch die Beleuchtungslinse auf den iridektomirten Raum einfällt. Nehmen wir z. B. an, der Beobachter wollte eine nach aussen gelegene iridektomirte Stelle des linken Auges eines Kranken untersuchen, so müsste die Lampe zur linken Seite des Beobachters aufgestellt werden und kann demselben so weit genähert oder hinter denselben gestellt werden, bis das Auge unter der Beleuchtungslinse anfängt zu leuchten; dann befindet er sich bekanntlich ziemlich genau in der Richtung des einfallenden Lichtes; indessen ist es gar nicht nöthig und nicht wünschenswerth, dass die Lampe der Gesichtslinie des Beobachters so nahe gestellt wird. Würde die iridektomirte Stelle an demselben (linken) Auge nach innen zu liegen, so würde die Lampe rechts vom Beobachter aufgestellt werden müssen. Mehr hierüber zu sagen, ist meines Erachtens gar nicht nöthig; ich habe diese Untersuchung (Anw. des Augensp. 1853) auch

mit einem Augenspiegel von kurzer Brennweite, den ich neben mein Auge hielt, ausgeführt und daher Untersuchung im auffallenden Lichte genannt; man kann ebenso auch mittels Prismen das Licht durch die Convexlinse nach dem Zonularaum werfen; allein die Prismen würden nur einen optischen Umweg vertreten, den man gar nicht nöthig hat, wenn man sich den Stand der Lampe so wählt, dass die seitliche Beleuchtung leicht und genügend ausgeführt wird. Eher kann man zu dieser Beleuchtung eine achromatische Linse empfehlen, da diese bei gewissen feinen, lichten Objecten, deren gleichmässige Färbung man erkennen will, wie z. B. an der Zonula, den Vortheil der Achromasie (u. Aplanasie) doch zur Geltung bringt; indessen ist auch eine solche Linse nicht unbedingt nothwendig. Bei der Anwendung des Calabars kann man ausserdem auch den Kopf des Kranken beliebig drehen, falls einige Verhältnisse, wie z. B. ein sehr schmaler Grunddurchmesser des Gesichts bei einer grossen Nase, die Untersuchung etwas behindern sollten; ich habe aber noch keinen Iridektomirten, selbst mit starkem Greisenbogen, gefunden, bei welchem ich nicht mit Hülfe des Calabars die seitliche Beleuchtung genügend hätte anwenden können, und man wird daher immer die Ciliarfortsätze weiter vorgetreten und geschwollen finden, die Zonulabänder leicht sehen und den Zonularaum (im jugendlichen Alter) grösser finden, als vorher bei der Ferneaccommodation. Ich habe nur einen einzigen Menschen beobachtet (bei welchem alle Theile sehr tief lagen), der nur sehr geringe Veränderungen auf das Calabar darbot; allein als ich ihn trotz des Calabars, oder nach Anwendung desselben, noch stark in die Nähe accommodiren liess, traten die Veränderungen (besonders im durchfallenden Lichte) deutlicher hervor. An einem Kranken habe ich noch wahrgenommen, dass bei bald nachfolgender Anwendung des Calabars auf das Atropin das erstere einen Einfluss auf die Ciliarforstsätze und den Zonularaum hatte, während die Pupille weit blieb; indessen ist diess nur ein Fall gewesen, sodass ich ihm keine weitere Geltung beilegen kann.

Die Untersuchung der Ciliargegend ist aber im durchfallenden wie im schräg auffallenden Lichte auch für die Pathologie einer weitern Verbreitung werth; denn man weiss z. B. ohne sie manchmal gar nicht, was ein traumatisches Colobom für eine pathologisch-anatomische Bedeutung hat. So sah ich vor einiger Zeit einen Landmann, der am rechten Auge von einer Kuh gestossen worden war und ein ganz frisches Colobom der Iris nach innen zu und zwar so scharf abgeschnitten hatte, wie es bei einer Iridektomie nur geschehen kann. Im durchfallenden Lichte war Tags darauf nach der Verletzung Alles schwarz an der Stelle des Coloboms, in der seitlichen Beleuchtung erschien Alles roth, von Blut erfüllt. Nach 8 Tagen war das Blut resorbirt, und nun sah man das Stück fehlender Iris hinter der Linse nach innen zu im Glaskörper (im durchfallenden Lichte) flottiren; die Zonula zeigte (im schräg auffallenden Lichte) eine Perforationsstelle, durch welche die Iris durchgerutscht war. Der hintere Linsenrand war etwas getrübt; der Zustand ist bis jetzt so geblieben, und der Mann hatte auch noch eine geringe Accommodationsbreite. Bei einer vor 9 Jahren wegen Glaucom operirten hochbetagten Frau, bei welcher sich das Gesicht gerade auf diesem (ihrem einzigen) Auge in recht befriedigender Weise erhalten hatte, fand ich ferner durch die focale Beleuchtung die grösste Lücke, die ich je an einer Zonula gesehen habe; dieselbe betrug etwas über eine Linie Par. in der Breite, das gebänderte Ansehen fehlte daselbst ganz, die benachbarte Zonula bot dieses aber wie gewönlich dar, und entsprechend der Stelle der Lücke hingen am Linsenrande noch kleine kurze Fetzen der Zonulainsertion. Die Zonulainsertion kann man überhaupt an manchen Individuen, besonders älteren, als ein System feiner Linien sehen, welches in einem ganz scharf abgeschnittenen Kreise in der Peripherie der Kapsel endigt. Besonders deutlich sieht man diese Insertion durch das Mikroskop, vor welchem sich ein gewöhnlicher Stahlplanspiegel befindet; in einem Falle konnte ich nach Anwendung des Calabars sehen, dass der Linsenrand nach diesem Kreise der Zonulaendigung herein-

gerückt war. (Man muss hierbei den Kopf des Kranken in einerlei Stellung erhalten, dabei ein und dasselbe Object fixiren lassen und dann den Spiegel langsam rechts und links drehen, um den Abstand des Linsenrandes nebst der Kapsel von jenem Kreise vor und nach dem Calabar zu vergleichen.)

Nachdem ich nun ein Jahr lang die Wirkung des Calabars auf den Accommodationsmechanismus so vielfach beobachtet habe, halte ich mich auch für verpflichtet, über den Werth dieses Mittels für die Wissenschaft und den Menschen noch Etwas zu sagen. Im Allgemeinen hat das Calabar den grossen Erwartungen, die man von ihm für die Heilung der Mydriasis und Accommodationslähmung hegte, nicht entsprochen. Einzelne Aerzte theilen diese Ansicht allerdings nicht und wollen selbst einen günstigen Einfluss auf die Lähmung des Oculomotorius überhaupt von dem Calabar beobachtet haben. Ich habe aber verschiedene Collegen hierüber persönlich gesprochen, welche ihre Unzufriedenheit über die Zuverlässigkeit des Calabars bei Mydriasis und Accommodationsparese aussprachen. Auch Donders sagt (a. a. O. S. 524. Anm. 1): „Die bisher angestellten Versuche haben fast überall ein negatives Resultat gegeben.“ Nichtsdestoweniger ist zunächst sein palliativer Nutzen nicht zu unterschätzen, denn der arme Arbeiter erhält in ihm, wie sehr richtig Kreitmair (Jahresbericht 1864—65) bemerkt, doch ein Mittel, sein Brod zu verdienen, wenn er an seinem Tagewerke durch die Sehstörung gehindert wird. Bei sehr peripherisch gelegenen Synechieen zwischen Iris und Kapsel ist das Calabar schon mit Erfolg angewendet worden (Becker, Wien. med. Jahrb. 1866. 4. H. S. 38). Da ich das Calabar oft sehr frühzeitig und nicht zu schwach nach der Glaucomoperation angewendet habe, so habe ich zunächst die Ueberzeugung erlangt, dass es da keinen Schaden hervorbringt, wo eine Reizung der Iris und im Ciliarsysteme überhaupt fehlt. Eine gewisse Aehnlichkeit hat es mit dem Atropin darin, dass es bei stärkerer Anwendung an manchen Menschen einen geringen Conjunctivalkatarrh hervorbringt und diesen steigert, wenn er stärker vor-

handen war. Dagegen habe ich einen Kranken beobachtet, welcher das Mittel fast täglich (aus der Bohne frisch bereitetes Extract gr $^1/_4$—3i Aqu. dest.) seit $1^1/_2$ Jahr angewendet und noch nie eine Beschwerde von demselben empfunden hat. Seit dieser Zeit habe ich auch keinen Anstand mehr genommen, das Calabar bei der Parese des Ciliarmuskels nach Diphtheritis, sowie bei acutem Magenkatarrh (bei welchem ich mehrere Male ebenso wie nach der Cholera die Parese ziemlich acut auftreten sah und dieselbe durch die objective Messung, durch Brillengläser und Calabar bestätigte) anzuwenden; und wenn ich auch zugeben muss, dass die diphtheritische Parese in vielen Fällen, besonders bei Kindern, oft von selbst verschwindet oder die Heilung durch Tonica innerlich und örtlich namentlich durch Elektricität beschleunigt wurde, so bin ich doch zu dem Calabar zurückgekehrt, da ich mich mehrmals von seinem entschiedenen Einfluss auf schnellere Heilung überzeugt habe.*) Wenn man aber auch zugibt, dass das Calabar bei Mydriasis und Accommodationsparese oft nichts nützt, so ist man doch noch nicht berechtigt, in jedem Falle mangelhaften Erfolgs die Schuld dem Calabar beizumessen. Denn in manchen Fällen ist die Krankheitsursache central oder tiefer auf der Bahn des Oculomotorius gelegen; in manchen würde aber wahrscheinlich auch die Iridektomie an Ort und Stelle (der Irisperipherie) Aufklärung verschaffen, wenn man zu derselben berechtigt wäre. Beim Glaucom habe ich wenigstens hinlänglich Gelegenheit gehabt, zu finden, dass ein anderer Arzt solange nicht berechtigt ist, eine Iridektomie schlecht

*) Die Kranken müssen das Auge, gerade wie beim Atropin, nur vor Zugluft bald nach der Anwendung desselben schützen, und sollte es sich später doch herausstellen, das das Alkaloid (Physostigmin oder Esérin nach Vée Union med. 1865, 43) doch bei längerem Gebrauche Bindehautreizung verursacht, so fragt es sich noch, ob man diese Reizung nicht in ähnlicher Weise verhüten kann, wie beim schwefels. Atropin, wenn man etwas Arg. nitr. zusetzt. Arg. nitr. und Sulf. atropin. gr $^1/_6$—3i habe ich schon seit einer Reihe von Jahren längere Zeit (3 Mal täglich) bei manchen Keratiten gebraucht, ohne die Bindehautentzündung erhalten zu haben.

ausgeführt zu nennen, als er die Zonulagegend weder im durchfallenden Lichte, noch in der focalen Beleuchtung genau untersucht hat. Durch diese Untersuchung kann sogar bei mangelhaftem Erfolg für die Entspannung des Auges nach einer Operation die Indication zu einer baldigen zweiten gefunden werden, wenn Verlöthungen der Theile vorliegen, die beim ersten Mal nicht genügend getrennt wurden.

Eine hohe Bedeutung für die Wissenschaft in der Lehre vom Accommodationsmechanismus hat aber das Calabar insofern ganz sicher, als, abgesehen von der wesentlichen Erleichterung der Einsicht in die Verhältnisse der Näheaccommodation überhaupt, der Glanzpunkt seiner Wirkung der ist, dass die Zonula in der focalen Beleuchtung stets besser, deutlicher gesehen wird, als ohne das Calabar, mag die Linse jung oder hart und unbeweglich sein. Gerade in dem alten presbyopischen Auge ist diese Wirkung sehr beweisend für die Tensorthätigkeit. Ich habe hier schon zwei Mal erwähnt, dass bei einer gleichbleibenden Stellung des Auges vom Beobachter senkrecht zum Zonularaume hin dieser durch die vorgeschobenen Ciliarfortsätze und die zurückbleibende Linsenbewegung schmäler erscheint; sieht man von der Seite her (von der Linsenseite her) nach diesem Raume, indem man ihn mit dem Binocular- oder Mikroskopspiegel beleuchtet, so bemerkt man diese Verkleinerung natürlich nicht, wie bei jenem Stande des Beobachters. Jenes Verhältniss, in Verbindung mit der leichtern Untersuchung der Zonula im focalen Lichte bei der Näheaccommodation oder nach dem Calabar beweist aber gerade, dass die früher mitgetheilten Beobachtungen genau den anatomischen Verhältnissen entsprechen; denn der Ciliarmuskel, an dessen innerer Wand die Ciliarfortsätze liegen, zieht sich nach dem Schlemm'schen Canale hin zusammen und schiebt daher die Ciliarfortsätze in dem Bogen, in welchem der Muskel selbst liegt, vor; die Zonula geht mit und wird durch den Druck der geschwollenen Ciliarfortsätze und geringe Verdickung des Muskels gleichzeitig etwas von aussen her gedrückt, sodass sie also nicht bloss nach vorn zu gehoben, sondern

zugleich etwas nach vorn gedrückt wird. Ohne dieses Verhältniss wäre es bei einer unnachgiebigen, harten Linse gar nicht möglich, die Zonula durch Calabar leichter focal beleuchten und übersehen zu können, wie ich angeführt habe. Der Begriff Presbyopie erhält hierdurch zugleich die nähere Bestimmung, dass dieselbe nicht vom Motilitätstheil im Accommodationsapparat, mithin nicht von einer Altersschwäche des Ciliarmuskels abhängt, sondern durch den Marasmus des Refractionstheiles dieses Apparates, durch die Linse bedingt wird, wie man mit Recht schon angenommen hat.

Je nachdem nun die Refraction des ganzen Auges überhaupt beschaffen ist, wird der Ciliarmuskel auch einen verschiedenen Kraftaufwand bei seiner Thätigkeit zu leisten haben. Seine höchste Kraftleistung stellt im Allgemeinen der Nahepunkt eines Auges dar; im Fernpunkt erhalten wir den Ausdruck des angebornen Refractionssystems unter nur tonischer Contraction des Ciliarmuskels; der Raum zwischen beiden (die Accommodationsbreite von Donders) gibt die Breite seiner Wirkung an dem Systeme an, an welches er befestigt ist. Für einen gegebenen Nahepunkt, z. B. 8 Zoll, muss derselbe in einem mit kürzerer optischer Axe versehenen Auge, wie bei Hypermetropen, einen grössern Kraftaufwand leisten, als ein mit normaler Axe versehenes Auge für denselben Nahepunkt nöthig hat. Geringer ist diese Kraftleistung bei einer verlängerten optischen Axe, wie sie die Kurzsichtigen darbieten; bei einer hochgradig verlängerten Axe wird er für eine gewisse Distanz nur sehr wenig Kraft zu entwickeln haben, daher er in einem solchen Auge aus Mangel an Thätigkeit vielleicht atrophiren kann. Im presbyopischen Auge führt das Uebermass seiner Anstrengung den bekannten Accommodationsschmerz mit sich, welcher nebst der Ermüdung auch beim Hypermetropen eintritt und nur durch entsprechende Convexgläser gehoben wird. Im Atropin besitzen wir ein Mittel, welches auch die tonische Contraction des Ciliarmuskels in der Ruhe aufhebt und den Fernpunkt etwas weiter

hinausrückt. Das Calabar versetzt ihn in den höchsten Grad seiner Zusammenziehung.

Im Zustand der Contraction des Ciliarmuskels (Nahesehen) ist mehr Blut in der hintern Augenkammer, als im Zustand seiner Ruhe (Fernesehen). Die Blutfülle in derselben wird durch Calabar vermehrt, durch Atropin vermindert. Beide Mittel bedingen diese veränderte Blutfülle nur durch ihre Einwirkung auf den Ciliarmuskel mittels des Oculomotorius, nicht durch die Iris oder die Gefässnerven; denn erstens tritt diese Veränderung schon ohne diese Mittel beim Nahe- und Fernesehen ein; zweitens aber lässt sich durch das Calabar nach vorheriger Anwendung des Atropins die Wirkung des letztern auf den Ciliarmuskel kurze Zeit besiegen, wobei die Pupille sich nicht in demselben Masse verengt, als die Ciliarfortsätze vortreten und anschwellen. Die Atropinwirkung dauert aber stets länger als die des Calabars und vermindert gleichzeitig die Blutfülle der Iris.

Es fragt sich nun, ob jene vermehrte Blutfülle in der hintern Kammer während dem Nahesehen oder die Wirkung des Calabars eine absolute oder eine relative ist. Eine absolute oder allgemeine würde nebst der Verdickung des Ciliarmuskels den Druck im Kammerwasserraum erhöhen; hierüber liegen noch keine genauern Messungen vor. Die sichtbare Schwellung der Ciliarfortsätze ist mittels einer einfachen Verkürzung derselben durch den Ciliarmuskel nicht zu erklären, da die Fortsätze nach vorn gehoben werden; man ist daher für ihre Anschwellung auf einen verhinderten Abfluss von Blut aus denselben angewiesen. Dann würde die Hyperämie in ihrem Ursprung auf der venösen Seite des Gefässnetzes liegen; es ist nun allerdings möglich, dass gleichzeitig auch die Arterien bei der Contraction des Ciliarmuskels comprimirt (Becker, Leber) und so die vermehrte Blutfülle und der höhere Druck in dem Kammerraum ausgeglichen oder vermieden werden. Alsdann würde auch eine verminderte Absonderung von Kammerwasser anzunehmen und die Blutfülle, als von der venösen Seite ausgehend, auch nur als

relative zu betrachten sein. Einem wirklich erhöhten Druck stände in der vermehrten Endosmose des Kammerwassers von Seite der Cornea, die bekanntlich durch (in das Kammerwasser gespritzte) Farbstoffe, wie Cochenille, im Leben gefärbt wird, nichts entgegen, und es könnte demnach das Atropin auf Hornhautentzündungen durch geringern Druck und verminderte Aufnahme von Kammerwasser günstig wirken. Die manometrischen Messungen haben wenigstens einen erhöhten Druck bei Reizversuchen nachgewiesen, welcher theils durch vermehrte Blutfülle im Auge, theils durch äussern Muskeldruck erklärt worden ist, und v. Gräfe hat in der Atropinwirkung einen verminderten Druck in der vordern Kammer gefunden. Den Glaskörperdruck halte ich für unzweifelhaft bestehend; der Linsendruck als localer seitlicher kann nicht für sich allein die Formänderung der Linse erzeugen, sondern nur in Verbindung mit der Erschlaffung der Zonula und der Elasticität der Linse wirken.

Dass der Ciliarmuskel in den Augen verschiedener Refraction einen verschiedenen quantitativen Kraftaufwand leisten werde, ist zum Theil schon bei der Bewegung der Ciliarfortsätze an weitsichtigen und kurzsichtigen Augen ermittelt worden. Ich glaube jedoch noch eine Methode gefunden zu haben, bei welcher man an einer grössern Zahl von Individuen verschiedener Refraction die Ciliarmuskelwirkung indirect an der Linsenveränderung annähernd beurtheilen kann. Bemerken muss ich hierzu im Voraus, dass die sicherste und wissenschaftlichste Methode die von Helmholtz mittels des Ophthalmometers ist und bleibt, wenn man die Linsenveränderung bei der Accommodation für sich genau kennen lernen will. Helmholtz und Knapp haben für ein myopisches Auge schon gefunden, dass die Linse dieses Auges keine stärkere, die Myopie bedingende Brechung darbot; Donders hat dasselbe Resultat durch Messung der Linse von Kurzsichtigen nach dem Tode erlangt (a. a. O. S. 76) und mit dem Ophthalmometer auch den Hornhautradius an einer grössern Anzahl von Personen der verschiedensten

Refraction im Leben bestimmt (Arch. f. O. Bd. VIII. u. a. a. O. S. 77); für die Ausführung derartiger Messungen an der Linse während des Lebens sagt er aber selbst, dass diese sehr viel Zeit in Anspruch nehme. Es schien mir daher erlaubt, für den praktischen Ophthalmologen wenigstens eine annähernde Methode zu suchen, mit welcher er die accommodative Veränderung an der Linse ohne zu grosse Anstrengung seiner Augen und ohne zu grosse Umständlichkeit für einen bestimmten Zweck verwerthen kann. Nehmen wir an, dass dieser Zweck nur der ist, nach bereits erlangter Kenntniss des Refractionsvermögens verschiedener Augen (beim Fernesehen derselben durch die Augenspiegeluntersuchuug) nachträglich die Linsenveränderung für sich zu beobachten und bei den verschiedenen Augen zu vergleichen, so bedürfen wir nur einer Methode, welche die Grösse des vordern Spiegelbildes der Linse in der Entspannung des Accommodationsapparates deutlich, wenn auch ohne Bestimmung durch ein Zahlenverhältniss, erkennen lässt, dieses Bild mit dem verkleinerten in der Näheaccommodation leicht zu vergleichen und dabei gleichzeitig eine gewissse Tiefe der Bildbewegung zu beobachten gestattet. Diess wird erreicht, wenn man das vordere Linsenbild mit einer binocularen Loupe betrachtet und für eine genügende Helligkeit dieses Bildes sorgt. Letztere erhält man dadurch, dass man in der Entfernung von 24—30 Zoll etwas seitlich und vorn vor der zu untersuchenden Person eine gute Moderateur- oder Stelllampe und 6—8 Zoll von der Lampe eine Convexlinse No. 12 auf einem verschiebbaren Stativ anbringt, sodass das Licht in gleicher Höhe etwas vergrössert nach dem beobachteten Auge fällt. Hierauf wird nun das Bild der vordern Linsenfläche mit einer binocularen Loupe untersucht, während der Kranke zunächst in die Ferne sieht. Bei steter Einhaltung derselben Entfernung der Loupe und des Convexglases vom beobachteten Auge kann man die Grösse der Bilder (der Hornhaut wie) der vordern Linsenwand bei verschiedenen Personen unter der binocularen Loupe leicht vergleichen und

durch Erfahrung ein bestimmtes Augenmass erlangen. Die binoculare Loupe hat nämlich den Vortheil, dass man das vordere Linsenbild in einer ganz andern Weise sieht, als diess mit einem Auge möglich ist; denn man sieht dasselbe vermöge einer genauern Accommodation und des stereoskopischen Sehens in viel schärferm Umriss und in einer gewissen Perspective in der Tiefe der Linse. Nach dem Gesetz des virtuellen Bildpunktes der Bilder convexer Spiegel hinter demselben ändert sich bekanntlich die Grösse des Bildes und der Abstand jenes Punktes von der Oberfläche des Spiegels mit der stärkern oder geringern Krümmung desselben. Tritt nun eine Vermehrung der Convexität des erhabenen Spiegels, wie beim Nahesehen an der vordern Wand der Linse, ein, so wird das Bild kleiner und bewegt sich zugleich von hinten nach vorn zu. Hier hat man nun sowohl in der Ebene der Iris als im Hornhautbildchen einen Anhaltepunkt, um die Länge dieser Bewegung von der Seite zu sehen und in der Breite zu bestimmen.

Diese Methode der Untersuchung des vordern Spiegelbildes bedarf gar keiner Einübung weiter, als der entsprechenden Stellung der beobachteten Augen beim Fernesehen und von da bis in die Nähe von 6 Zoll, sodass der Beobachter das vordere Linsenbild auf dem Wege der Accommodation fortwährend vor Augen hat. Zu diesem Behufe sucht er das Bild beim Fernesehen erst mit der binocularen Loupe auf und hält dann in der Entfernung von 5, 6 oder 7 Zoll ein kleines lichtes Object so vor die Augen, dass das Linsenbild bei seiner scheinbaren Bewegung von hinten nach vorn eine möglichst gerade Linie in der Linse beschreibt. Sollte nun ein Beobachter sehr wenig oder gar kein Augenmass für die Grössenveränderung des Bildes besitzen, so wird er doch sicherlich nach einigen Versuchen die Länge der Bewegung abschätzen lernen, besonders wenn er zunächst solche Personen untersucht, deren Pupille sich beim Nahesehen und durch den Lichtreiz nicht zu sehr verengt. Die Verbindung der beiden Verhältnisse, die Grössenveränderung des Bildes und

die Bewegung desselben nach vorn macht aber das Urtheil des Beobachters so sicher, dass er z. B. bei einer Mydriasis mit Accommodationsparese, mag diese nun spontan entstanden oder künstlich vorbereitet sein, den Stillstand des Bildes sofort erkennt. Einige Tage nach der Atropinparese ferner kann man die Bewegung des Bildes oder die Rückkehr der Wirkung des Ciliarmuskels bereits beobachten, während die Pupille noch beträchtlich erweitert ist und der Kranke über die Sehstörung durch die weite Pupille klagt; ja man ist mit dieser Untersuchung allein im Stande, Messungen über die Zeitdauer der Accommodation anzustellen. Ich habe solche mehrmals ausgeführt und bin zu denselben Resultaten gelangt, die ich früher bei der Beobachtung des Linsenrandes und der subjectiven Messung beschrieben habe. Man sieht bei vielen Personen auch hier ganz deutlich, dass die Accommodation für die Nähe im Nu erreicht ist, langsamer zurückgeht und das Linsenbild nach erreichtem Fernpunkte und Stillstande des Auges noch eine nachträgliche geringe Vergrösserung zeigt. Hiernach wird es auch möglich sein, zu sehen, was Jemand für eine Veränderung mit seiner Linse vornehmen kann, und diess war der Zweck, den ich mit dieser Mittheilung verband. Man kann zwar mit einem Auge durch die Loupe die Vergrösserung und Verkleinerung des Bildes bei der wechselnden Accommodation ganz gut sehen, ich würde mich aber nicht getrauen, mit dieser Methode eine Anzahl untersuchter, mir übrigens unbekannter Augen annähernd richtig classificiren zu wollen; bei der binocularen Methode aber kann man sagen, dass im Allgemeinen die Myopen die bedeutendste Veränderung mit ihrer Linse vornehmen können; nach ihnen folgen die Normalsichtigen, die Hypermetropen und zuletzt die Presbyopen. Was im Allgemeinen die Kleinheit der Bilder, sowohl beim Fernesehen als beim Nahesehen anbelangt, so sind mir die Hypermetropen in der Mehrzahl auffällig gewesen; die Presbyopen zeichneten sich mehr dadurch aus, dass die Tiefenbewegung des vordern Spiegelbildes geringer war, als bei allen

übrigen. Bei einzelnen Personen, die man für sich, ohne Vergleich mit andern untersucht, kann man sich zuweilen täuschen oder wenigstens resultatlos im Urtheil bleiben; höhere Ansprüche macht aber auch diese Methode nicht, als die, die Augenspiegeluntersuchung in gewissem Grade durch die isolirte Betrachtung der Linse zu ergänzen. Das vordere Linsenbild dient vorzüglich dazu, das angeborene Krümmungsverhältniss der Linse in der Ruhe und bei ihrer stärksten accommodativen Bewegung annähernd kennen zu lernen; das hintere ist bei seiner Kleinheit und dem ruhigen Stande vorzüglich dazu geeignet, kurze Locomotionen der Linse bei starker Erschlaffung der Zonula oder krankhaft verminderter Spannung der Glaskörperflüssigkeit innerhalb des Hyaloidearaumes anzuzeigen. Die binoculare Loupe, welche ich benutzte, ist der früher genannte binoculare Augenspiegel, welcher sich von andern nur dadurch unterscheidet, dass bei freier Einstellung für verschiedene Convergenzgrade die Vergrösserung vor den Prismen, unmittelbar hinter dem Spiegel angebracht ist, und zwar habe ich sowohl für die Untersuchung des Zonularaumes wie für die Spiegelbilder der Linse eine planconvexe Linse + $3^1/_2$ in der Fassung gebraucht. Der Giraud-Teulon'sche Spiegel ist mit Vorsetzen einer Convexlinse No. 8–12 eben so gut als Loupe zu gebrauchen; nur ist eine beliebige Einstellung für verschiedene Convergenzgrade bei längerm Untersuchen angenehmer; denn ich habe gefunden, dass man an verschiedenen Tagen verschiedene Convergenzgrade liebt, und zwar geringere, wenn die Augen durch Anstrengung ermüdet sind.

Diejenigen Aerzte, welche sich der Mühe unterziehen, diese binoculare Untersuchungsmethode der Linsenkrümmung unter der angegebenen Vergrösserung einige Zeit lang auf ihren Werth zu prüfen, werden mir später, glaube ich, darin beistimmen, dass ich dieselbe als eine gewissermassen neue Methode beschreiben und empfehlen kann, wenn man auch schon längst gesagt hat, dass man dieselbe Linsenbewegung

monocular, mit der Loupe oder schon im Tageslichte sehe. Es ist mir wenigstens noch nicht bekannt geworden, dass Jemand diese Methode als eine der einfachsten und untrüglichsten für den schnellen Nachweiss der Accommodationslähmung empfohlen hätte, und ich wende dieselbe sogleich an, sobald mir ein Kranker mit mangelhafter Accommodation auf dem Wege der subjectiven Untersuchung viel Zeitverlust verursacht; ich habe es mir selbst zum Grundsatz gemacht, jeden Hypermetropen, der eine sogenannte Amblyopie eines Auges von Jugend auf hat, objectiv auf seine Linsenveränderung zu prüfen. Ist diese nämlich gering oder fast Null, so hat man, nach meiner Erfahrung hierüber, so lange nicht das Recht, die Gesichtsschwäche durch angeborene Amblyopie (die als Folge von Hemmungsbildung wirklich vorkommt) zu erklären, bis man das Sehvermögen nicht unter Anwendung starker Convexgläser geprüft hat. Als Beispiele will ich hier nur zwei Kranke (gebildeten Standes) anführen, von welchen der eine das linke Auge durch Chorioideitis disseminata (mit ausgedehnter Sehfeldbeschränkung und Maculaluteaamaurose), der andere dasselbe durch Embolie in der Retina verloren hatte. Beide suchten, nachdem sie wegen dieser Krankheiten schon die besten Rathschläge eingeholt hatten, auch bei mir noch Hülfe. Ich konnte ihnen jedoch nichts Besseres sagen, als was sie schon gehört hatten, und schlug ihnen daher vor, das andere Auge zu prüfen. Mit diesem Vorschlag hielten sie sich jedoch wenig beglückt, indem sie meinten, dass es für sie gerade das besondere Unglück sei, das gute Auge verloren zu haben und nur noch ein schwachsichtiges zu besitzen, mit welchem sie nie lesen konnten. Ich liess mich jedoch hierdurch nicht abhalten, die Linsenbewegung nach der vorgenommenen Augengrunduntersuchung und der Messung der Bulbusaxe für sich zu prüfen. In beiden Fällen waren die Bilder der vordern Linsenfläche beim Sehen in die Ferne von mittlerer Grösse, beim Fixiren eines nahen Objectes aber kaum merklich verändert. Diesem zufolge nahm ich einen angeborenen oder wenigstens lange bestehenden Accommo-

dationsmangel an und schritt zur Prüfung mit convexen Gläsern. Beide Kranke sagten auch hierbei, dass sie diese Versuche schon längst mit starken Gläsern, aber nur ungenügendem Erfolge angestellt hätten; wie gross war aber ihr Erstaunen und ihre Freude, als der Eine (ein Mann von 36 Jahren) Jäger No. 4 mit + 3, der Andere (ein Herr von 64 Jahren) Snellen No. 3 mit + $3^1/_2$ zu lesen vermochte. In beiden Fällen konnte ich weder eine Krankheit der Stelle des directen Sehens, noch Astigmatismus finden. Auch bei der diphtheritischen Parese ist mir jene binoculare Untersuchung immer lieb gewesen, da man den Stillstand der Krankheit oder die Verbesserung des Accommodationsvermögens an der Linse für sich schon sehen und in schwierigen Fällen den Verdacht einer gleichzeitigen Amblyopie ausschliessen oder unterstützen kann. Ausserdem habe ich unter Anwendung dieser Methode auch drei Kranke gefunden, welche eine sehr geringe Bildbewegung beim Nahe- und Fernesehen hatten und erklärten: sie wüssten zwar schon seit vielen Jahren, dass sie stärkere Convexgläser (10—8) bedürften, um feinere Schrift zu lesen, dieselben könnten sie aber nicht lange vertragen und müssten sich daher mit schwächern Gläsern begnügen, obgleich diese ihnen weniger nützten. Die von mir noch ein Mal angestellten Versuche bestätigten diess auch, und ich wusste nicht genau, auf welches physiologische oder pathologisch-anatomische Moment ich die Erscheinung zurückführen sollte. Das Eingehen auf Ciliarmuskelkrampf durch Atropin war mir damals nicht gestattet, und die Untersuchung auf Astigmatismus ergab ein negatives Resultat; ich habe bei dieser sogar noch eine Methode angewendet, mit welcher man schon objectiv ziemlich annähernd den Astigmatiker erkennen kann, selbst wenn die Schweiger'sche Umkehrung der Sehnervenform *) dem Beobachter ein Mal nicht deutlich genug

*) D. h. die Umwandlung eines im aufrechten Bilde oval erscheinenden Nervenquerschnittes in einen runden durch Umkehrung des Bildes mittels einer Convexlinse (2).

erscheinen oder bei einem Sehnerven von oval angeborener Form überhaupt im Stich lassen sollte. Jene Methode besteht darin, dass man bei der Untersuchung im aufrechten Bilde mit Hülfe eines Stahlplanspiegels allein in den Augengrund das Bild einer breiten hellen Flamme (in 20—24 Zoll Entfernung) wirft und unmittelbar vor diese Flamme ein schmales Stäbchen (z. B. einen schmalen Bleistift) hält und nun beobachtet, ob das Bild des Stäbchens auf dieser Flammme in allen Stellungen (vertical, horizontal oder schräg) gleich scharf und dick erscheint. Ist dieses der Fall, so ist die Strahlenvereinigung sicher homocentrisch, und der Untersuchte sieht in einer gewissen Abstandsbreite einen Kreis von Strichen (Fig. IV) in allen Winkelgraden gleich scharf. Erscheint aber der Stab im Augengrunde z. B. vertical ganz verwaschen, matt und breit, horizontal gehalten aber scharf, schwarz und schmal, so fällt diess allemal mit der subjectiven Beobachtung zusammen, d. h. im ersten Falle sieht der betreffende Astigmatiker verticale Striche im Zerstreuungskreis, im letzten horizontale. Da man nun den Hypermetropen überhaupt objectiv leicht an drei Erscheinungen erkennt: 1) an dem grossen Flammenbilde, welches ein Planspiegel im Augengrunde entwirft, 2) an der grossen Entfernung vom Auge, in der man noch deutliche Bilder von den Theilen des Hintergrundes erhalten kann, und ausserdem noch 3) an dem grossen Sehfelde, welches man bei umfangreicherer Beleuchtung im aufrechten Bilde findet, so hat man den hypermetropischen Astigmatiker mit seiner stärkern oder schwächern Krümmungsebene sogleich erkannt, und ich habe bei diesen immer gefunden, dass das verwaschene, matte, breite Bild des Stabes jedesmal dem presbyopischen oder weniger gekrümmten Meridian der Hornhaut angehört und ein solcher Kranker dementsprechend horizontal (oder vertical, je nachdem die Lage des Hornhautcylinders ist) nur die seinem stärker gekrümmten Meridian entsprechenden Linien in der Breite von 3—14, bei manchen noch viel weiter deutlich sieht, während die dem schwächer gekrümmten Meridian

entsprechenden Linien erst in grösserer Entfernung deutlicher werden.

Bei Kurzsichtigen habe ich die Methode ebenso sicher gefunden, nur muss man dieselben durch vorgesetzte Hohlgläser erst normalsichtig machen. Bei schwach Kurzsichtigen kann man die Hohlgläser zwar auch hinter dem Spiegel anbringen, bei stärker Kurzsichtigen aber müssen die Hohlgläser, wie überhaupt, wenn man mit Genauigkeit und Erfolg untersuchen will, stets unmittelbar vor dem Auge des Kranken angebracht werden. *)

Zur Ausführung der Linsenkrümmungsuntersuchung mit dem Binocularspiegel muss ich übrigens noch nachträglich erwähnen, dass man bei ältern Personen allerdings durch die senile Linse (sie mag im durchfallenden Lichte immer noch ganz klar erscheinen) doch stets etwas in der Beobachtung gestört wird durch 2 Reflexe, von denen der eine der vordern Kernfläche, der andere der hintern angehört. — Bei Kurzsichtigen, besonders stärkern, muss man sich ferner immer vor der Täuschung bewahren, als accommodirten dieselben nicht genügend für die Nähe. Die Kurzsichtigen haben fast immer die grössten vordern Linsenbilder im Zustande der Ruhe und accommodiren dann nicht genügend für die Nähe, wenn man nicht ein Auge schliessen lässt und alsdann ein Object von 8 Zoll an sehr nahe, bis auf 4 und 3 Zoll an das Auge bringt. Dann sieht man aber deutlich, bis zu welcher Kleinheit der Myops sein vorderes Linsenbild von dem anfangs grössten bringen, welche Veränderung derselbe also an seiner Linse hervorbringen kann. Hypermetropen bringen eine solche Kleinheit nicht selten zwar auch hervor,

*) Mich nimmt es Wunder, dass Helmholtz jetzt noch diesen seit Jahren allseitig anerkannten optischen Vortheil seiner eigenen Erfindung bestreitet, ohne welchen man viele und in der Regel die schweren kurzsichtigen Kranken gar nicht untersuchen kann, am allerwenigsten die Macula lutea, die durch den grossen Hornhautreflex bei einem starken Hohlglase wie No. 3 und 2 hinter dem Spiegel geradezu unsehbar wird.

ihre Bilder in der Ruhe der Linse sind aber auch in der Regel viel kleiner, als bei den Kurzsichtigen. Bei letztern habe ich Personen gefunden, wo der Binocularspiegel mit No. $3^1/_2$ und ein Paar scharfen Augen eben noch ausreichte, um das kleine, lichte, punktförmige Bildchen genügend zu sehen. Hier hörte, wie bei so manchem Andern, die Möglichkeit einer ophthalmometrischen Messung geradezu auf! Ich habe mir bei solchen Personen viel Mühe gegeben, die Ophthalmometrie zu erweitern und zu vereinfachen, indem ich doppeltbrechende Krystalle mitfeststehendem und bekanntem Winkel und veränderlichem Lichtapparate anwendete. Diese Vereinfachung ist für alle übrigen Theile völlig geglückt, und ich werde dieselbe später für die Hornhaut und den Astigmatismus genauer beschreiben, für das vordere Bild der Linse gibt es aber keinen bessere, d. h. deutlichere und weniger anstrengende Methode für den Beobachter, als jene mit dem Binocularspiegel.

Nur eine will ich hier noch erwähnen, da sie ein gewisses optisches Interesse hat; diese ist die sogen. pseudoskopische Untersuchung, welche ich mit einem pseudoskopischen binocularen Augenspiegel (drei gleichseitige Prismen, eins vorn, zwei hinten, mit einer Convexlinse $3^1/_2$ + vor dem vordern Prisma) seit 2 Jahren ausgeführt habe. Mit diesem Instrumente erscheinen alle Vertiefungen erhaben (und umgekehrt) und tiefer liegende Bilder, wie das vordere Linsenbild, vorn vor dem Hornhautbilde. Man sieht mithin das Linsenbild scheinbar als Luftbild und kann seine Verkleinerung ebenso sehen, wie mit dem gewöhnlichen Binocularspiegel. Bei seiner Verkleinerung tritt das Bild alsdann zurück.

Es würde nun eine wesentliche Vervollständigung dieser Abhandlung bilden, wenn ich vergleichend-anatomische und physiologische Untersuchungen über den Mechanismus der Accommodation an verschiedenen lebenden Thieren angestellt

hätte. Ich habe mich eine Zeit lang an Falken (namentlich Falco buteo) versucht, bin aber wieder zum Menschen zurückgekehrt, da mir jene Versuche zu viel Zeit kosteten.*) Die

*) Will man an Raubvögeln wirklich erfolgreiche Beobachtungen über den Mechanismus der Accommodation machen, so muss man die Thiere erst bis zu einem gewissen Grade gezähmt und an die Untersuchungen mit Loupe und Spiegel gewöhnt haben. Alsdann ist aber auch die Iridektomie hier viel schwieriger gut auszuführen, als beim Menschen, weil die Thiere ihre Iris stark an die Linse pressen, wenn man sie mit der Pincette fassen und ausziehen will. — Wichtiger erschien es mir daher, für denselben Zeitaufwand ophthalmometrische Messungen an Menschen anzustellen, welche in Folge von Iritis mehrere hintere Synechieen erhalten hatten, um den Einfluss dieser kennen zu lernen. Es ist nun zwar bekannt, dass diese im Allgemeinen nicht hemmend für die Accommodation wirken; allein ich habe doch mehrmals (unter Andern an einem Assistenten von mir, der nach Iritis 6 Synechieen bei ziemlich weiter Pupille erhalten hatte) gefunden, dass das Spiegelbild der vordern Linsenwand überhaupt, mehr noch aber beim Nahesehen, kleiner war, als auf dem gesunden Auge. Die vordere Linsenwand wird also durch Zug an der Kapsel stärker gekrümmt und das Ciliarsystem durch Synechieen überhaupt in steter Reizung erhalten, was besonders durch den Sphinkterkrampf während dem Schlafe geschieht. Je nach Zahl und Ort haben diese Verbindungen natürlich verschiedenen Einfluss. Die subjective Untersuchung stimmt aber nach meiner Erfahrung bei manchen Personen genau mit diesem Einfluss überein. So hatte der genannte Assistent nach Ablauf der Iritis des rechten Auges eine andere Accommodationsbreite, als auf dem gesunden Auge. Mit letzterem Auge las er Jäger No. 1 von 7—14 Zoll Par. ganz geläufig und erkannte Snellen No. XX in der entsprechenden Entfernung; mit dem von Synechieen noch behafteten Auge aber las er Jäger No. 1 geläufig nur in 5 Zoll Entfernung, wobei er die Schrift scharf und nicht etwa nebelig sah; in 9 Zoll Entfernung wurde dieselbe Schrift aber nur langsam mit Mühe gelesen und Snellen No. XX nur in 10 Fuss Distanz deutlich erkannt. Von wissenschaftlichem Interesse war bei den Sehversuchen mit dem rechten Auge, dass regelmässig beim Lesen durch dieses Auge allein Mikropie der Buchstaben eintrat, welche sich gegen die Willkür des Kranken stets bei fortgesetztem Lesen steigerte. Man hätte eher das Gegentheil erwarten sollen; mit der Atropinwirkung hatte die Erscheinung nichts zu thun; die Pupille war zwar durch die Synechieen um die Hälfte weiter, als auf dem linken Auge, zwei vordere Linsenbilder standen aber dabei ein-

Studien über die Accommodation von Völckers und Hensen an Hunden (Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1866, No. 46) haben ohnehin meine Versuche überflüssig gemacht; daher lasse ich dieselben ihrer ausserordentlich interessanten Resultate wegen hier wörtlich folgen:

„Bei der Untersuchung ward jedes Mal das Ganglion ciliare von der Schläfe her frei gelegt, der Oculomotorius mit seinen Muskelzweigen durchschnitten und die Ciliarnerven eine Strecke weit vom Opticus isolirt. Wir machten auch wohl die Tenotomie der Augenmuskeln, doch erwies sich diese als unnöthig. Nach Durchschneidung des Oculomotorius wird beim normalen Auge die Iris ziemlich weit, verengert sich nicht mehr auf Lichtreiz, hat aber ihre Empfindlichkeit beibehalten und erweitert sich noch immer bei Reizung des Halssympathicus. Es gehen also beim Hunde die betreffenden Nerven nicht durch das Ganglion ciliare.

„Bei Reizung der Ciliarnerven verengt sich die Iris stark, beim Nachlass erweitert sie sich wieder; bei atropinisirten Augen gehorcht sie aber nicht mehr den Nerven. Beim Oeffnen der vordern Augenkammer wird auch nach der Nervendurchschneidung die Iris ganz eng, und nach gänzlichem Abfluss des Kammerwassers gehorcht sie dem Nerven nicht mehr. Mechanische Eintreibung von Flüssigkeiten in die Kammer bewirkt Erweiterung der Iris, geringes Aussaugen dagegen schon merkliche Verengerung.

„Der intraoculare Druck beträgt nach manometrischen

---

ander näher, als auf letzterem. Bei verengerter Pupille konnte ich mit dem Ophthalmometer allerdings die Krümmung der vordern Fläche der Linse nicht in Zahlen bestimmen, da die Lichtbilder zu schwach waren; wer sich aber von der Wahrheit meiner Angabe überzeugen will, dass nämlich die Iris vermöge von mehreren Synechieen, die ringsum bei weiter Pupille entstanden sind, die vordere Linsenwand durch die angeheftete Kapsel bei stärkerer Verengung im Naheschen stärker krümmt, der braucht nur zwei hellbrennende Lampen in 20—28 Zoll aufzustellen und die Nähe der Bilder zu einander auf beiden Augen durch die Binocularloupe zu vergleichen.

Messungen 50—60 cm. Wasser. Eine Aenderung dieses Druckes ward von unserem Manometer weder in Augenkammer noch Glaskörper angezeigt, obgleich leise Berührung des Auges sich sogleich durch Schwankung der Wassersäule verrieth. Entfernten wir die Hornhaut und Linse, so zeigte sich dagegen eine Hebung des Wassermeniscus, wenn die Canüle im Glaskörper lag. Ein künstlich erzeugter Glaskörperbruch wölbt sich bei der Accommodation stärker vor und flacht sich beim Nachlass derselben ab, sodass jedenfalls doch eine kleine Druckvermehrung im Glaskörper sich bei der Muskelcontraction macht.

„Bei Reizung der Ciliarnerven wölbt sich die Linse erheblich vor, während die Peripherie der Iris zurückweicht; die Bewegung macht den Eindruck einer auf der Iris radiär hinlaufenden Welle. Auch an Augen mit verheilter Iridektomie erfolgte die Linsenbewegung. Hier, wie bei allen Accommodationserscheinungen gilt die Regel, dass der Uebergang in den activen Zustand langsamer erfolgt, wie das Zurückweichen zur Accommodation für die Ferne. Auch nach hinten wölbt sich die Linse etwas vor. Wir brachten seitlich eine kleine Lücke in der Sklera an und führten durch die Chorioidea und den Glaskörper hindurch eine Karlsbader Nadel so an die hintere Linsenfläche, dass man durch sie die Linse in die vordere Augenkammer drücken konnte. Die Nadel lag mit ihrem Blatt schräg an der Linsenfläche an, so dass in der Ruhe nur die Kante die Linsenkapsel berührte; nun beobachteten wir durch die Cornea, wie jedesmal bei der Innervation die Nadel sich dergestalt drehte, dass sie ihre Fläche dem Beobachter voll zukehrte, während beim Nachlass der Reizung wieder ihre Kante hervortrat. Diese Drehung konnte nur durch ein Zurückweichen der Linse bewirkt worden sein. Ein Glasfaden, in ähnlicher Weise der Linse angelegt, gab an seinem hervorragenden Ende Ausschläge, welche gleichfalls das Zurückweichen der Linse anzeigten, jedoch ist diese Bewegung der Linse viel unbedeutender, wie die Vorwölbung. Wenn man

die Cornea abträgt, ohne ihrem Rande sehr nahe zu kommen, tritt noch immer die Formveränderung der Linse sehr deutlich auf. Fasst man nun nach sorgsamer Entfernung des Kammerwassers mit zwei Pincetten die Peripherie der Iris und zerreisst sie zwischen denselben, so fliesst sogleich ein nicht ganz unbedeutendes Quantum Wasser aus der Rissöffnung hervor; diess kann nur aus einer hinteren Augenkammer stammen. Entfernt man die Iris, so hört die Accommodationsthätigkeit noch nicht auf.

„Wenn man nun weiter die Linsenkapsel spaltet und die Linse entfernt, so wölbt sich die tellerförmige Grube convex vor. Diese Wölbung wird viel bedeutender, sobald man den Nerven reizt, und flacht sich sogleich wieder ab, sowie der Reiz aufhört. Dieser Versuch ist hübsch und ist namentlich zu Demonstrationen geeignet.

„Wenn man hinter dem Musculus ciliaris eine Lücke in Sklera und Chorioidea schneidet, so kann man von hieraus vortrefflich die gegenüberliegenden Processus ciliares übersehen. Der Glaskörper buchtet sich nur unerheblich vor, und wenn man, wie natürlich, die vier Nervenmeridiane vermeidet, so ist die Accommodation, wie es scheint, gar nicht gestört. Es behalten nur bei derselben die einzelnen Processus ciliares durchaus ihre Form bei, nicht die leiseste Bewegung vermochten wir zu entdecken.

„Verlängert man nun die in die Augenhaut gemachte Lücke nach vorn, indem man den Muskel radiär trennt, und entfernt die zunächst liegenden Processus ciliares vorsichtig, so entdeckt man den Bogen der Zonula Zinnii. Stemmt man von hinten her gegen diesen einen langen und dicken Glasfaden derart an, dass er die Zonula etwas spannt und lässt accommodiren, so macht er eine Bewegung, welche anzeigt, dass bei der Innervation die Zonula seinem Drucke weicht, also schlaffer wird, während der Faden beim Nachlass der Accommodation wieder zurückgedrängt wird.

„Schneidet man ferner einen kleinen Lappen aus der Cornea,

sodass seine breite Basis der Sklerotica aufsitzt, so wird bei der Accommodation dieser Lappen etwas nach hinten gezogen und nach einwärts gebogen, ebenso werden penetrirende Hornhautwunden im Augenblick der Muskelcontraction klaffend. Kleine Stückchen des Hornhautrandes, hinten von der Sklera, vorn von der Cornea getrennt, zeigen sehr schön die Muskelwirkung, indem sie bei dieser stark rückwärts gezogen werden, selbst bei entfernter Iris. Es zieht also der Musculus ciliaris vorn am Cornearande. Wenn man am hintern Pol des Auges eine Lücke in der Sklera anlegt, buchtet sich durch diese die Chorioidea etwas vor. Diese Vorbuchtung zieht sich stark ein, sobald man die Accommodation bewirkt; verlängert man die Lücke nach vorn, so sieht man sehr schön und auffallend eine Verschiebung der Gefässhaut nach dem Muskel zu, dieselbe beträgt 0,4 —0,5 Mm. Bei einer kleinen Lücke seitlich am Auge sieht man keine Verschiebung, weil die Aderhaut zu sehr gegen den Schnittrand durch den allseitigen Druck angeklemmt wird. Wir fanden zu unserer Verwunderung, dass diese Verschiebung der Gefässhaut auch bei dem ganz intacten Auge vorhanden ist. Sticht man eine sehr feine Nadel am Aequator des Auges durch die Sklera in die Aderhaut, so gibt dieselbe sehr starke Ausschläge im Sinne der Verschiebung nach vorn, während eine gleichzeitig in den Muskel eingestochene Nadel unbewegt bleibt. Der Ausschlag einer 8 Mm. über die Sklera vorragenden Nadel betrug volle 2 Mm. Legt man den Muskel selbst frei, so bemerkt man bei der Innervation eine so deutliche Einziehung, als wenn es sich um einen Ringmuskel (der dem Hunde fehlt) handelte, während hinter ihm die etwa noch freigelegte Chorioidea oder der Glaskörper sich vorwölbt, sodass hier bei Schluss und Oeffnung des Stromkreises ein wechselndes Spiel von Ein- und Ausstülpung zu beobachten ist.

„Entfernt man endlich an einem Auge die Cornea bis an den Rand und beobachtet den an der Sklera durch das

Lig. pectinatum festgehaltenen Uebergangstheil der eng und regungslos daliegenden Iris, so sieht man, dass dieser sich bei der Accommodation weit vom Cornealrande abzieht, trotzdem dass hier keine Flüssigkeit mehr vorhanden ist, die ihn fortdrängen könnte; es wird also das Lig. pectinatum activ ausgespannt."

Diese wohldurchdachten und belehrenden Experimente bestätigen verschiedene Hauptpunkte, um welche wir uns am lebenden Menschen mit vielen Umwegen zu Gunsten einer klaren Einsicht in den Mechanismus der Accommodation bemüht haben. Zunächst ist es der Glaskörperdruck, welcher eine für den Pathologen befriedigende Lösung und Bestätigung erhält. Ferner ist auch die Existenz der hintern Augenkammer, in welcher wir unsere Beobachtungen vorzüglich ausführten, auf's Neue bestätigt und wird nun wohl für alle Zeiten unangefochten bleiben.*) Die Wölbung der tellerförmigen Grube erklärt ebenfalls unzweideutig, dass die Näherung von Spiegelbildern daselbst, die ich selbst vielfach während der Accommodation für die Nähe untersucht habe, wirklich von einer stärkern Krümmung der hintern Linsenwand herrührt. Auch die Bewegung der Zonula, die jene gewandten Forscher auf mechanischem Wege prüften, ist von der von mir beobachteten nicht abweichend; nur dass ich das Erschlaffen im eigentlichen Sinne nicht aufzufassen im Stande war. Ebenso konnte ich auf natürlichem Wege weder den Zug des Muskels an seiner vordern Insertion (der zwar theoretisch annehmbar war) in seinem Erfolge beobachten, noch konnte ich eine Locomotion der Aderhaut oder den Muskel selbst sehen. Dafür war ich aber in der weit günstigern Lage, die Bewegung und Schwellung der Ciliarfortsätze zu studiren, welche jene Beobachter nicht sehen konnten, weil sie durch den Schatten der Iris daran gehindert wurden. Eine wesentliche Differenz zwischen jenen Beobachtern und mir besteht nur darin, dass ich die Schnelligkeit der Accommo-

*) Budge (Bewegung der Iris) hat dieselbe 1855 bestätigt.

dation für die Nähe über die der Accommodation für die Ferne überwiegen sah, während jene es am Auge des Hundes als Regel fanden, dass der active Accommodationszustand langsamer erfolgt, als das Zurückweichen der Accommodation für die Ferne. Der Einfluss des Willens beim Menschen schafft aber auch hier sicher einen Ausgleich meiner Differenz zum künstlichen Reizungsexperimente, sowie es auch noch nicht völlig entschieden ist, ob die Locomotion der Aderhaut beim Menschen ebenso Statt findet, wie beim Hunde; wenigstens sind meine künstlichen Locomotionsexperimente am todten Menschenauge für die Aderhaut in ihrem vordern Theile nicht so ausgefallen, dass man sie jenen am Auge des Hundes gleichstellen könnte.

Für meine Theorie der Accommodationsbewegung, welche ausser dem Nachvornziehen der Zonula und der Ciliarfortsätze auch den seitlichen Druck der Accommodationstheile durch den Ciliarmuskel hervorhob, kann ich in den Ergebnissen jener lehrreichen Experimente umsoweniger eine Widerlegung oder Schwächung finden, als gerade bei dem Hunde, dem ringförmige Muskeln fehlen, die Innervation des Ciliarmuskels eine deutliche Einziehung an dem freigelegten Muskel ergab, während hinter ihm der Glaskörper sich vorwölbte. Diess ist von ganz besonderer Wichtigkeit für Denjenigen, der die Bewegungserscheinungen des Accommodationsmechanismus im Auge des Menschen gesehen und von der Wirkungsweise dieses Mechanismus eine erweiterte Anschauung erhalten hat, als sie die Lehre gewähren kann, welche sich nur auf die Bewegung der Zonula gründet.

Diese erweiterte Anschauung einer allgemeinern Prüfung vorzulegen, ist der fernere Zweck dieser Abhandlung. Denn wenn man den Ciliarmuskel nebst der Anatomie der Zonula späterhin auch noch so sorgfältig und genau verfolgt, wie diess in neuerer Zeit von Prof. Franz Eilhard Schulze (Arch. f. mikr. Anat. III. Bd. 4. H. S. 477. 1867) nächst Henle (Eingeweidelehre 1866. S. 624) geschehen ist, so gelangt man vom rein anatomischen Standpunkte aus doch bloss

zu einer nur theilweisen Ansicht dieses Mechanismus, weil die Anatomie nur die nächstliegende physikalische Wirkung des Muskels auffassen kann. Die Vorsicht in der Forschung, welche die Anatomie am frühesten gelehrt, habe auch ich bei der Beurtheilung meiner Beobachtungen nach Kräften zu Grunde gelegt, aus demselben Grunde aber auch die Linsenbewegung in ihren Erscheinungen an vielen gesunden Menschenaugen geprüft, um Gründe für die Richtigkeit gewisser anatomischer Schlussfolgerungen zu sammeln. Wenn nun auch der sorgfältige Beobachter F. E. Schulze nach seiner anatomischen Anschauung von der Zonula sagt: „dass diese ausser andern Gründen auch desshalb die Linse in der Ruhe des lebenden Auges abplattten müsse, weil bei der Beobachtung eines abwechselnd für die Ferne und für die Nähe accommodirenden Auges durch das Ophthalmoskop stets ein ganz allmähliches Näherrücken des Spiegelbildes der vordern Linsenfläche an diejenige der vordern Cornealfläche (also ein Convexwerden der Linse an ihrer Vorderseite bei der Einstellung für die Nähe), — dagegen immer ein plötzliches Zurückspringen des Spiegelbildes der vordern Linsenfläche in die Nähe des von der hintern Linsenfläche reflectirten Bildes bei der Accommodation für die Ferne eintrete", so befinde ich mich auch zu diesem Beobachter in einem wesentlichen Gegensatze; denn ich habe schon erwähnt, dass das entgegengesetzte Verhältniss die Regel ist, und man kann täglich mit Hülfe der früher genannten binocularen Untersuchung an jedem gesunden Menschenauge sehen: dass die Linse eine längere Zeit der Bewegung zum Zustande ihrer vollkommen erreichten Ruhe braucht, als bei der Bewegung für ein nahes Object. Wollte man daher der Zonula den Haupteffect in der Accommodation zuertheilen, indem man sie allein die Linse abplatten liesse, so müsste allerdings der Rückgang der Linsenbewegung schneller erfolgen, als der Vorgang derselben. Diess ist aber eben nicht der Fall, und diese Wahrheit wird von einiger Bedeutung, wenn wir das menschliche Auge gegenüber dem

sprüchwörtlich gewordenen „scharfsichtigen“ Auge der Raubvögel in Bezug auf Accommodationsgewandtheit betrachten.*) Während nämlich das menschliche Auge zur Accommodation von der Nähe zur Ferne einer gewissen Zeit bedarf, die abzukürzen es nicht die Macht hat, besitzen die Raubvögel in der mit willkürlichen Muskelfasern versehenen Iris das Mittel, eine doppelt active Accommodation herzustellen, indem sie die Linse sowohl von der Peripherie her drücken und den Tensor chorioideae für das Sehen in die Nähe unterstützen können, für das Fernesehen aber die Linse von vorn nach hinten abzuplatten und auf diese Weise das Mikroskop schnell in ein genau eingestelltes Fernrohr zu verwandeln vermögen.

---

*) Im Uebrigen bezweifle ich die Richtigkeit der E. Schulze'schen Darstellung der Zonula in keiner Weise, und für den Mechanismus der Accommodation bleibt es sich gleich, ob man ein besonderes hinteres Blatt der Zonula annimmt oder nicht.

Leipzig im November 1867.

Fig. I.

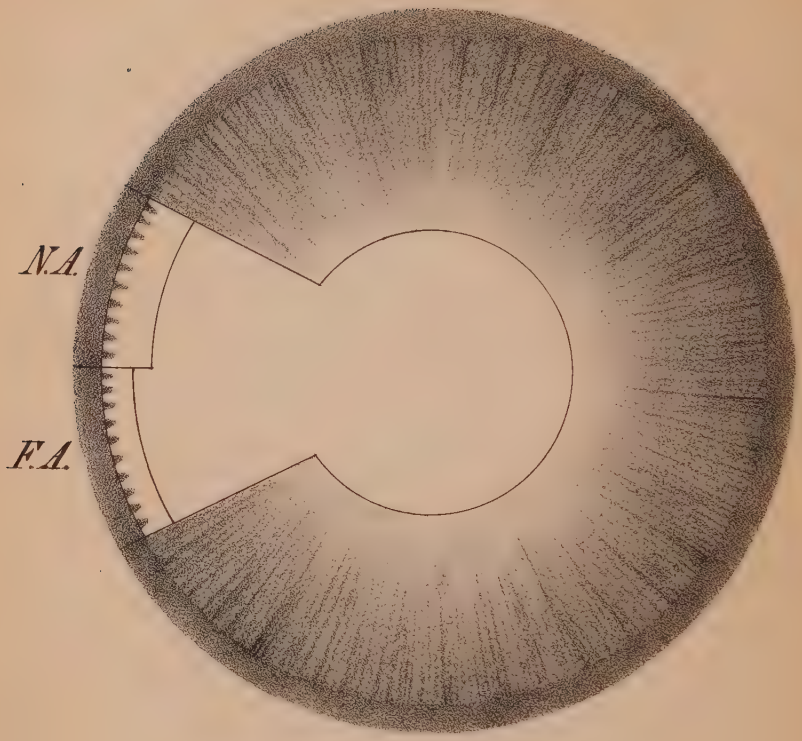


Fig. III.

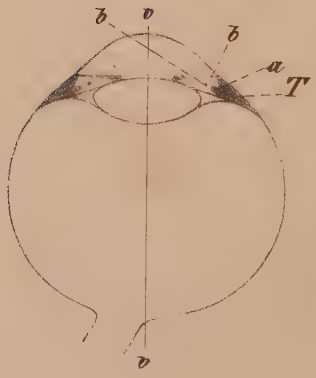


Fig. II.

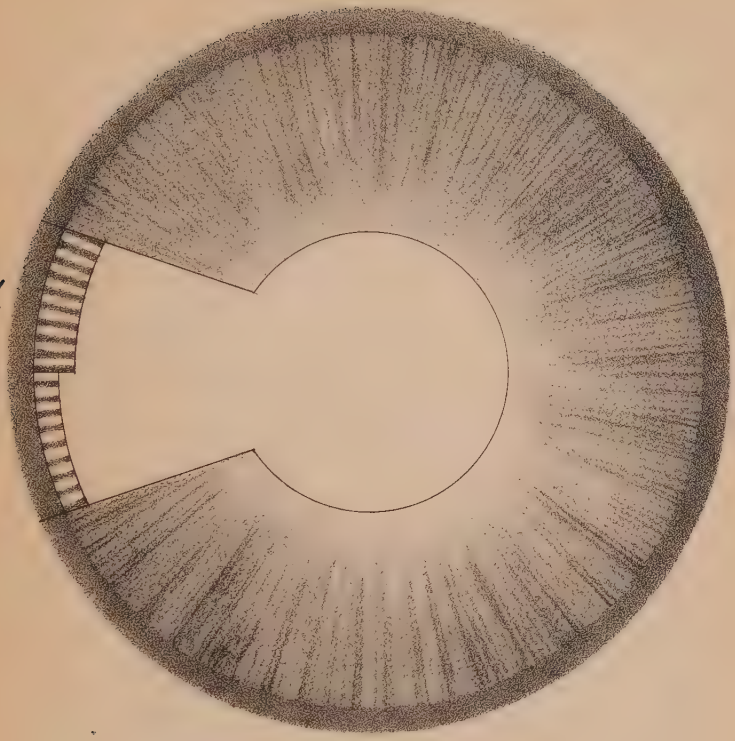
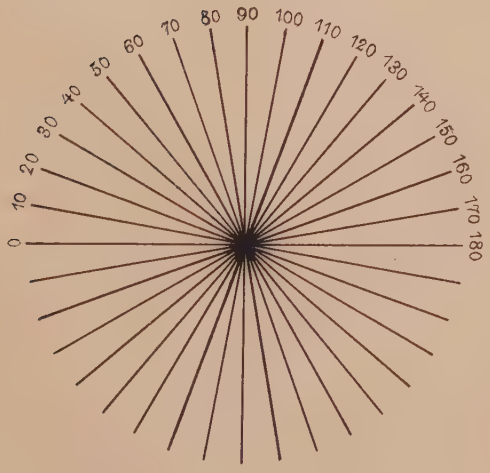


Fig. III.



28.F.56.
Der Mechanismus der Accommodati1868
Countway Library BDS9906
3 2044 045 492 121

28.F.56.
Der Mechanismus der Accommodati1868
Countway Library BDS9906
3 2044 045 492 121